N° 7-8 1942/1945

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1920).
DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937), R. ANTONY (1937-1941)

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Dr Gaston DOIN,
8, Place de l'Odéon, Paris (VIe)

La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Le recrutement des Ingénieurs-docteurs

La question du recrutement des Ingénieurs-docteurs, semble réglée par l'existence d'un décret qui réglemente l'accès à ce titre scientifique. Mais c'est là une manière trop simpliste de l'envisager : il ne s'agit pas ici de savoir qui a le droit légalement de postuler ce titre, mais qui doit être encouragé à le postuler.

A qui faut-il accorder les bourses indispensables pour la préparation d'une thèse d'ingénieur-docteur ? Qui les professeurs chargés de contrôler la scolarité correspondante doivent-ils agréer comme candidats ? Car il ne suffit pas d'avoir légalement le droit de s'inscrire, il faut encore trouver un professeur qui accepte la responsabilité d'être le contrôleur et le rapporteur de cette thèse : quelles précautions celui-ci devra-t-il prendre pour l'assumer à bon escient et pour choisir les candidats qu'il agréera ?

La question, pour lui, mérite une attention particulière, car la réglementation, relativement récente, de la délivrance du titre d'ingénieur-docteur y a introduit une disposition très heureuse qui manque dans la réglementation du doctorat ès-sciences : celle d'une scolarité minimum de deux années, au cours desquelles le rapporteur doit suivre en permanence l'activité du candidat. Avant d'accepter cette lourde charge, il a le droit et le devoir de prendre toutes garanties utiles pour ne pas gaspiller son temps et celui d'un candidat inadapté à cette épreuve.

Pour savoir quels candidats doivent être appelés à la préparation du titre d'Ingénieur-docteur, il fait préciser la signification de ce diplôme.

La réglementation légale, en appelant indifféremment à sa préparation tous les ingénieurs munis des diplômes qui garantissent la formation scientifique indispensable, semble répondre à une conception qui y verrait seulement un complément de formation générale destiné à tous les ingénieurs.

Il est, en effet, indispensable, après avoir acquis les connaissances que sanctionnent les diplômes d'ingénieur, d'acquérir les qualités d'esprit qui permettent de les utiliser avec fruit, et qu'elles ne peuvent fournir. Il faut apprendre à observer, s'entraîner à démêler les facteurs d'action qui s'enchevêtrent dans les phénomènes réels, cultiver et développer en soi l'esprit de méthode. Une seule gymnastique intellectuelle est capable d'aboutir à ce résultat : c'est un stage de recherches expérimentales bien organisé et bien guidé.

Il s'agit ici de tout autre chose que des manipulations et travaux pratiques que l'on a fort heureusement développés dans la plupart des écoles techniques. Ces exercices sont indispensables pour éclairer et rendre vivants les enseignements oraux ; mais ils ne sont rien de plus ; des expériences parfaitement définies et réglées d'avance laissent à l'élève un rôle presque aussi passif que les enseignements qu'elles illustrent. Pour obtenir les résultats désirés, il faut faire de la recherche expérimentale, c'est-à-dire rencontrer des difficultés imprévues et des observations au premier abord inexplicables dont on devra démêler les causes, adapter sans cesse l'expérimentation à des cir-

constances nouvelles et inattendues, en un mot jouer un rôle essentiellement actif qui impose à chaque instant un effort de méthode et d'attention extrêmement fructueux pour la formation que nous recherchons.

Les difficultés mêmes qui sont à vaincre signalent immédiatement le danger à éviter. Le débutant, abandonné à lui-même pour cette première formation, risquerait d'y perdre énormément de temps. Il faut qu'il rencontre les difficultés et qu'il les analyse, mais il faut que des conseils éclairés lui évitent de stagner longtemps devant chaque obstacle et l'aident à s'orienter dans les voies utiles pour le contourner. Cette formation doit donc, au moins dans ses débuts, pour avoir un bon rendement, être constituée par une recherche poursuivie en collaboration permanente et intime avec un spécialiste déjà très entraîné à la recherche expérimentale.

Bien loin de nous la pensée qu'il serait exagéré de consacrer deux années à cette formation ; il n'est pas douteux que les intéressés en tireraient grand profit. Mais il faut tenir compte des possibilités pratiques ; vouloir imposer à tous les jeunes ingénieurs une scolarité complémentaire de deux années semble dépasser ces possibilités. Si la thèse d'ingénieur-docteur prétend jouer ce rôle, elle y échoue en voulant trop bien faire.

Le minimum de scolarité de deux années qu'elle exige apparaît au contraire en général un peu insuffisant si elle veut être ce qu'elle doit être, c'est-à-dire la formation des ingénieurs de recherches et la sanction qui leur reconnaît officiellement cette qualité.

Il y a lieu de préciser cette appellation que, par un malentendu à éviter, on applique souvent aux seuls ingénieurs de laboratoire : ils font partie des ingénieurs de recherches, mais n'en sont qu'une petite fraction.

Dans l'activité des ingénieurs il y a deux parts tout à fait différentes. Il faut d'abord assurer le fonctionnement et le bon rendement des fabrications en cours, et cela exige avant tout des qualités d'organisation, de commandement et de psychologie, jointes à une connaissance parfaite des techniques utilisées. C'est cette action qui assure la prospérité actuelle de l'Industrie ; elle incombe aux ingénieurs de fabrications. Mais, pour que cette prospérité d'aujourd'hui se maintienne demain, il faut sans cesse perfectionner les techniques, car la concurrence a vite fait de mettre hors du jeu quiconque s'attarde imprudemment dans les solutions qui lui donnent actuellement satisfaction. Cet effort incessant de perfectionnement et de création, qui réclame simultanément de l'imagination et les mêmes qualités de méthode que n'importe quelle autre recherche scientifique, est le rôle des ingénieurs de recherches.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer en passant qu'il y a en général une certaine antinomie entre l'imagination active et l'esprit de méthode scientifique ; et ceci nous amène à dissiper une confusion fréquente, en distinguant entre les *inventeurs* et les *ingénieurs de recherches*.

La caractéristique essentielle de l'inventeur c'est l'imagination, et l'on constate malheureusement que, lorsqu'elle est très développée et très active, c'est le plus souvent au détriment de l'esprit de méthode : c'est, jointe aux difficultés qu'ils rencontrent pour obtenir les concours financiers nécessaires, la cause principale des insuccès et des déboires de la grande majorité des inventeurs. L'inventeur capable de mettre en jeu en même temps qu'une imagination créatrice puissante, des habitudes d'esprit très méthodiques, a beaucoup de chances d'aboutir à des succès considérables.

Pour l'ingénieur de recherches, la qualité qui prime tout c'est l'esprit de méthode scientifique. Son mode d'action essentiel, c'est le perfectionnement progressif. Une imagination vive l'aidera à le réaliser plus rapidement et lui sera précieuse si elle ne compromet pas chez lui l'esprit de méthode ; mais elle doit rester une auxiliaire.

L'inventeur opère par révolutions et l'ingénieur de recherches par évolution. L'évolution est le processus normal et logique du perfectionnement, la révolution garde un caractère accidentel. L'inventeur ne fait pas partie du cadre permanent normal d'une entreprise industrielle, tandis que l'ingénieur de recherches en est un élément essentiel.

A cela s'ajoute une observation utile. Les qualités de l'inventeur sont naturelles et spontanées : on naît inventeur. Au contraire, on doit former les ingénieurs de recherches : les résultats seront bons si l'on a su discriminer ceux que leurs aptitudes naturelles orientaient dans cette voie.

La discrimination que nous avons établie entre ingénieurs de fabrications et ingénieurs de recherches, ne signifie nullement qu'on doive constituer, dans toutes les entreprises industrielles, deux cadres distincts répondant à ces deux appellations. Il est fort désirable d'avoir des ingénieurs complets réunissant les qualités des uns et des autres, et cela apparaît nécessaire dans les petites entreprises où le personnel est numériquement très limité. Mais, dans les grandes entreprises, il y a place pour ceux que leurs aptitudes et leurs goûts conduisent à se spécialiser dans l'une ou l'autre de ces voies différentes. Il ne faut d'ailleurs pas considérer cette spécialisation comme un pis-aller. Il y a tout intérêt à tirer des hommes le meilleur rendement possible en poussant leur formation dans la direction où leurs qualités d'esprit natu-

relles permettront ce rendement optimum. Un ingénieur de fabrications peut avoir les qualités qui lui permettront de devenir un excellent chef d'entreprise, tout en étant un expérimentateur très médiocre. Un expérimentateur exceptionnellement doué peut être tout à fait démuni des qualités psychologiques indispensables à un ingénieur de fabrications.

Les écoles techniques ont pour mission de recruter l'ensemble du personnel d'ingénieurs nécessaire pour l'Industrie. Comment procéder dans cet ensemble aux orientations nécessaires ? Comment choisir ceux qui vont devenir, soit exclusivement, soit comme élément d'une formation totale, des Ingénieurs de recherches ? Autrement dit, si le titre d'Ingénieur-docteur doit devenir l'estampille officielle des Ingénieurs de recherches, comment faut-il choisir les candidats à ce titre ?

Si la question se posait à la sortie de l'École, elle serait sans réponse rationnelle ; et c'est le malentendu qui s'est en général produit jusqu'ici. Il importe de le redresser si l'on veut que le titre d'Ingénieur-docteur acquière l'autorité qu'il doit avoir, avec la signification qui est sa raison d'être.

Les connaissances acquises par le candidat et sanctionnées par son diplôme, et les qualités scolaires qu'il a manifestées, ne donnent en effet aucune indication sur ce que pourront être ses aptitudes pour la recherche expérimentale. Un choix effectué sur ces données est livré au hasard, et c'est ainsi que l'on opère le plus souvent. Il importe de réagir vigoureusement contre cet état de choses si l'on ne veut pas réduire le titre d'Ingénieur-docteur à la simple constatation d'une scolarité complémentaire de formation générale, fort utile cela va sans dire, mais qui ne discriminera pas, parmi ceux qui l'ont acquise, ceux qui sont vraiment qualifiés comme ingénieurs de recherches.

Il faut, en effet, voir les choses comme elles sont, au lieu de se payer de mots. Lorsque l'on a admis un candidat à préparer une thèse d'ingénieur-docteur, il faut qu'il atteigne un degré rare d'incapacité expérimentale pour ne pas arriver à obtenir des résultats qui permettent de lui accorder la sanction qu'on l'a autorisé à briguer. L'élimination ne sera que très exceptionnelle, et atteindra seulement quelques candidats qui n'auront pas le minimum de volonté et de persévérance suffisant pour surmonter leur médiocre aptitude pour la recherche et le peu d'attrait qu'elle présente pour eux.

Avec une telle conception, la probabilité pour qu'un ingénieur-docteur devienne vraiment un ingénieur de recherches qualifié n'est guère supérieure à la probabilité pour qu'un ingénieur quelconque sortant de l'École ait les qualités d'esprit et les aptitudes naturelles qui lui permettraient de le devenir.

Si l'on veut que le titre d'Ingénieur-docteur prenne la valeur et la signification que nous désirons, il faut sélectionner rationnellement les *candidats* à ce titre. Il faut que, avant de s'engager dans cette voie, le jeune ingénieur se soit rendu compte qu'il a le goût de la recherche scientifique, et que ceux qui ont qualité pour l'observer, le juger et le conseiller, l'aident à reconnaître s'il a les aptitudes voulues pour y bien réussir. C'est seulement à l'essai, au cours d'un stage expérimental préparatoire, que le professeur pourra en connaissance de cause, encourager son élève à poursuivre une thèse d'ingénieur-docteur, et prendre la responsabilité de l'agréer comme candidat à ce titre.

Cette conclusion semble alourdir terriblement le problème et opposer un obstacle grave à l'organisation de cette sélection rationnelle.

Il n'en est rien toutefois parce que, nous l'avons rappelé plus haut, il est indispensable que tous les ingénieurs de fabrications s'imposent un complément de formation générale capable de développer chez eux les qualités d'observation et de méthode sans lesquelles ils ne sauront pas analyser les difficultés, défauts et inconvénients des fabrications qu'ils dirigent et provoquer les études de perfectionnement nécessaires. Or, pour apprendre ainsi à observer, il faut justement, comme on l'a déjà indiqué, un stage d'études expérimentales, pour lequel les deux années de scolarité minimum de la thèse d'Ingénieur-Docteur dépassent ce qu'il est possible d'imposer uniformément à tous les ingénieurs, mais qui exige au moins huit à dix mois pour être fructueux.

Nous arrivons ainsi à concevoir la nécessité d'une scolarité complémentaire d'une dizaine de mois commune à tous les ingénieurs, essentiellement consacrée à des recherches expérimentales guidées, et qui constituera simultanément le complément de formation générale dont se contenteront les ingénieurs de fabrications et le début des études spécialisées des futurs ingénieurs de recherches, choisis au cours de cette scolarité à l'issue de laquelle ils sont admis comme candidats ingénieurs-docteurs.

Il n'en résulte aucun retard pour ces futurs ingénieurs-docteurs, car leur travail de cette année probatoire peut constituer le début de leur thèse si le sujet en a été choisi à bon escient, et le minimum de deux années exigé par le règlement est, sauf exception, insuffisant pour mener à bien une thèse de la qualité qu'il faut exiger si l'on veut donner au titre le poids qu'il doit acquérir. D'ailleurs, le candidat qui voudrait se réserver le droit de soutenir sa thèse dans le délai minimum peut faire valider sa première année de scolarité par des inscriptions rétroactives si le professeur chargé

de le contrôler est en mesure de certifier qu'il l'a effectuée avec l'assiduité voulue.

Il y a dans tout cela un parallélisme très net — les mêmes causes produisant les mêmes effets — avec ce qui s'était produit antérieurement dans les études scientifiques universitaires. Les Universités préparent simultanément à l'Enseignement et aux Recherches scientifiques ; là encore on peut ambitionner de devenir le professeur complet qui réunit les deux espèces d'aptitudes, mais on peut s'orienter spécialement dans l'une ou l'autre voie. Les Universités ont été amenées à créer le Diplôme d'Etudes supérieures, qui est en même temps le minimum de formation expérimentale exigé des futurs agrégés et le stage d'essai où apparaît la vocation des futurs docteurs ès-sciences.

Le Diplôme d'Etudes supérieures des Facultés des Sciences peut jouer ce même rôle pour les ingénieurs ; mais il est apparu intéressant de leur offrir une scolarité plus exactement adaptée à leurs besoins : c'est le Diplôme d'Etudes expérimentales de Sciences appliquées, délivré par l'Ecole Supérieure de Perfectionnement Industriel. Il présente diverses particularités qui l'avaient fait apparaître utile au moment de sa création, postérieure à celle du Diplôme d'Etudes supérieures, mais antérieure à celle du titre d'Ingénieur-docteur, c'est-à-dire à une époque où il se présentait surtout sous son aspect de complément de formation générale. Leur intérêt ne fait qu'augmenter dans le rôle de préparation à une thèse d'Ingénieur-docteur. Ces particularités sont les suivantes.

D'abord le diplôme de l'E.S.P.I. s'affirme comme la sanction d'une recherche expérimentale effectuée en collaboration permanente et intime avec un Directeur d'étude, au lieu que le Diplôme d'Etudes Supérieures est défini réglementairement comme une recherche tout à fait personnelle. Ce caractère est important au point de vue du bon rendement d'une scolarité qui veut réaliser une formation intellectuelle rapide.

D'autre part, le nombre des ingénieurs à qui cette formation doit être donnée chaque année est si élevé qu'il ne peut pas être question de les accueillir tous dans les seuls laboratoires des Facultés des Sciences, où est localisée la préparation des Diplômes d'Etudes supérieures. A cet immense effort, il faut appeler tous les laboratoires scientifiques, techniques et industriels qui veulent bien y participer et où travaillent des chercheurs éprouvés capables, par leurs qualités psychologiques aussi bien que scientifiques, de jouer le rôle de Directeurs d'Etudes et de tirer, pour la formation intellectuelle des élèves qu'ils utilisent comme collaborateurs, le maximum de fruits des recherches auxquelles ils les feront participer. L'Ecole de Perfectionnement Industriel n'est d'ailleurs rien de plus qu'une association de coopération entre tous ces laboratoires.

Enfin, les sujets d'étude de l'E.S.P.I. sont systématiquement choisis dans des recherches susceptibles d'applications industrielles assez immédiates ; et, si les sciences appliquées ne sont nullement déplacées dans les laboratoires universitaires, elles ne doivent pas y prendre un développement tel qu'elles en chassent les recherches de science pure, incapables de trouver comme elles d'autres asiles. Les recherches appliquées nécessitent d'ailleurs souvent des moyens matériels qu'on ne trouvera que dans l'industrie.

Cette question du choix des sujets de recherches mérite, pour terminer, quelques observations qui sont exactement à leur place dans une étude relative au recrutement des Ingénieurs-docteurs. Elle est, d'ailleurs, identiquement la même pour le diplôme de l'E.S.P.I. ou pour les thèses d'Ingénieurs-docteur, puisque tout diplôme de l'E.S.P.I. est susceptible d'évoluer en thèse d'ingénieur-docteur, sans que l'on sache au départ si cette évolution interviendra.

Il est logique et raisonnable de choisir des recherches de sciences appliquées, ou plus exactement applicables, plus ou moins immédiatement, à des besoins techniques. Il ne faut pas toutefois y voir une règle fondamentale de doctrine, et il y a là une observation essentielle à faire en réponse à des critiques souvent formulées contre la délivrance du titre d'Ingénieur-docteur par les Facultés des Sciences.

Ce titre a, en effet, la prétention de marquer que son détenteur possède les qualités d'esprit qu'exige la recherche expérimentale et qu'il pourra appliquer de façon fructueuse au perfectionnement des techniques industrielles. Ces qualités d'esprit sont rigoureusement les mêmes quel que soit le domaine des recherches expérimentales où on les met en œuvre, et quels que soient ses rapports avec les applications utilitaires. La délivrance du titre d'Ingéneiur-docteur est, de ce fait, une opération rigoureusement assimilable à la délivrance du diplôme de Docteur ès-Sciences.

Mais, puisque la thèse d'Ingénieur-docteur cherche à développer les qualités qui rendront l'ingénieur capable de contribuer méthodiquement et efficacement au perfectionnement industriel, il est de logique élémentaire d'utiliser déjà le travail qu'elle comporte pour préparer des applications techniques : d'où la règle de bon sens de choisir des sujets d'études susceptibles d'utilisation.

Bien qu'accessoire, ce caractère de la thèse d'ingénieur-docteur doit être recherché avec soin, non seulement pour la contribution utile ainsi apportée au progrès industriel, mais bien plus en-

core parce qu'il amènera les milieux industriels à s'intéresser au titre d'ingénieur-docteur et à comprendre son utilité : l'ingénieur-docteur ne peut pas mieux manifester qu'il est capable de réaliser des perfectionnements techniques que s'il apporte, au cours même de son épreuve probatoire, des éléments de tels perfectionnements.

Il y a donc tout avantage à juger, en même temps que la qualité scientifique de la thèse, son intérêt industriel. Pour le faire en connaissance de cause, il faudrait systématiquement compléter le jury par un technicien très averti de la branche industrielle — ou de l'une des branches industrielles — où les résultats de l'étude apparaissent utilisables. Il est même tout à fait désirable que ce technicien suive la préparation de la thèse dès le début, en liaison avec le rapporteur scientifique, pour qu'ils aboutissent ensemble à un rapport qui jugerait la thèse non seulement au point de vue de sa qualité, mais aussi au point de vue de son utilité. Une telle manière de faire contribuerait très efficacement au succès du titre d'Ingénieur-Docteur.

Intéresser ainsi les Industriels aux thèses d'ingénieur-docteur dès leur élaboration, n'est pas moins nécessaire d'ailleurs pour obtenir les moyens de les préparer. Si la thèse reste une opération purement scolaire, elle exige de lourds sacrifices pécuniaires, non seulement pour les dépenses matérielles qu'elle comporte, mais plus encore pour l'entretien du candidat pendant deux ou trois ans. Si elle apparaît au contraire, comme une étude immédiatement utile, les résultats qu'on en attend en feront une opération rentable dont les frais pourront être assumés par des Industriels intéressés.

Une objection est parfois invoquée : c'est que la thèse est destinée à publication. Il est à noter, toutefois, que rien n'oblige le candidat à faire connaître dans sa thèse — qui, encore une fois, est avant tout jugée sur la méthode scientifique qu'il y a manifestée — toutes les conséquences utilitaires auxquelles elle le conduit. Cette difficulté n'est, en général, qu'une illusion liée à une conception trop mesquine du secret industriel ; elle disparaît en tout cas si l'étude est financée par un groupement syndical dans l'intérêt commun de ses membres. Rien n'interdit d'ailleurs, entre l'industriel qui fait les frais de l'étude et le candidat, un accord préalable qui soumettra la publication à l'agrément du premier, la Faculté limitant son jugement à ce qui lui est présenté pour publication.

Il est à noter que la mise en route de la recherche au titre de l'École de Perfectionnement Industriel est tout à fait favorable à son financement utilitaire, car elle y apporte, dans la période initiale où le candidat n'a pas encore fait ses preuves, la garantie du Directeur d'Etude, qui y joue un rôle essentiel.

Pour résumer les conditions qui peuvent assurer au titre d'Ingénieur-Docteur le rôle auquel il doit prétendre, nous les énoncerons comme suit.

Il faut généraliser pour les ingénieurs le complément de formation générale que constituent le Diplôme d'Etudes supérieures des Facultés ou le Diplôme d'Etudes expérimentales de l'E.S.P.I.

Il ne faut prendre comme candidats ingénieurs-docteurs que ceux dont les aptitudes expérimentales se seront nettement affirmées au cours de cette première épreuve. Cela ne nécessite d'ailleurs même pas de modification des règlements, mais seulement une volonté convergente des professeurs qui agréent les candidats et des autorités, des groupements, ou des industriels qui leur accordent les bourses indispensables pour la préparation.

Il faut que les industriels adoptent la position nouvelle d'exiger de leurs ingénieurs de fabrications un Diplôme d'Etudes et de leurs ingénieurs de recherches le titre d'Ingénieur-Docteur, et comprennent que les immenses bénéfices qu'ils en tireront à échéance plus ou moins proche peuvent être obtenus sans aucun sacrifice immédiat, par la combinaison de ces scolarités avec des recherches dont ils ont besoin.

J. VILLEY.

La haute atmosphère (1)

Les conditions de vie à la surface du globe sont étroitement liées aux propriétés de la basse atmosphère : température, état hygrométrique, vents, bref tous les facteurs météorologiques. La haute atmosphère joue aussi un rôle important et moins connu. L'étude physique de ces régions élevées n'est pas infructueuse et son futur développement promet des résultats pratiques, aussi m'a-t-il paru utile de résumer l'état actuel de nos connaissances sur la haute atmosphère.

(1) Résumé de conférences faites au Muséum en février-mars 1942.

PREMIÈRE PARTIE : MÉTHODES DIRECTES

Jusqu'à une hauteur de 30 km. environ, l'atmosphère peut être étudiée sur place. Dès 1749, des cerfs-volants munis de thermomètres furent lancés par A. Wilson à Glasgow, mais la première ascension en ballon faite dans un but scientifique date de 1893 (Hermitte et Besançon) ; elle atteignit 15 km. L'avion dépasse difficilement cette altitude. Pour monter plus haut, il faut des ballons de grand volume avec nacelle étanche ; cette méthode, inau-

gurée par Piccard, a permis à Stevens d'atteindre en 1935 l'altitude de 21,5 km. Une méthode plus économique utilise de petits ballons-sondes non montés munis d'appareils enregistreurs qui redescendent en parachute après l'explosion. Parfois, le ballon emporte un petit émetteur de T.S.F. qui transmet continuellement les indications des appareils : ainsi l'ascension reste fructueuse, même si les enregistreurs se perdent. Le ballon-sonde dépasse rarement 25 km. Cependant, des lancers de Pavie en 1911 et de Californie en 1913, avaient paru atteindre respectivement 35 et 32 km., mais les baromètres enregistreurs à partir desquels ces hauteurs étaient calculées ne furent pas suffisamment vérifiés. Par contre, des sondages faits à Hambourg depuis 1930 ont certainement dépassé 30 km., l'un aurait atteint 36 km.

Nous allons résumer les résultats de ces méthodes directes, en ce qui concerne la température de l'air, sa composition et sa conductibilité électrique.

Température. — On sait que la température de l'air décroît en moyenne quand l'altitude augmente : en 1793, Dalton notait que, d'après les expériences en montagne, la température baissait d'environ 6°C (centigrade) au km. Les lancers de ballons-sondes de Teisserenc de Bort à Trappes révélèrent que la température cessait de diminuer vers 10 ou 11 km. pour rester ensuite stationnaire et voisine de —50° C. D'où la distinction classique des deux régions de l'atmosphère : la zone basse ou *troposphère* et la zone haute isotherme ou *stratosphère*, ces zones étant séparées par une surface fictive appelée *tropopause*, qui peut être définie comme une surface de discontinuité du deuxième ordre pour la température (1). Les vents agitent la troposphère, et les déplacements verticaux produisent les variations de température, une masse d'air qui s'élève se refroidissant par détente. La constance supposée de la température dans la stratosphère suggérait, au contraire, l'absence d'agitation.

Les sondages récents ont révélé que la hauteur de la tropopause variait avec la latitude géographique. Elle atteint 17 à 18 km. dans les régions tropicales et seulement 8 à 10 dans les régions polaires. Il en résulte que c'est-au-dessus de l'équateur que la température de la stratosphère est la plus basse, — 70° en moyenne, le « record » étant — 92° (sondage de 1913 à 17 km. au-dessus de Batavia). Dans les régions tempérées, la température de la stratosphère oscille entre — 40 et — 60° C suivant la saison ; près des pôles, l'amplitude de cette variation annuelle atteint 25° de part et d'autre de la moyenne (— 45°). Il ne semble pas y avoir de variation systématique de la température stratosphérique avec la hauteur, jusqu'à 30 km., mais une légère tendance au réchauffement se manifeste dans certains sondages élevés.

(1) Cela veut dire qu'au voisinage de cette surface, il n'y a pas de variation brusque de la température elle-même, mais de son gradient vertical.

Composition. — En dépit d'innombrables analyses, la composition de l'air au voisinage du sol est imparfaitement connue et varie un peu avec l'expérimentateur et ses méthodes. Le tableau I donne, d'après Paneth, le volume relatif et la densité des constituants de l'air privé de vapeur d'eau.

Tableau I

	volume relatif	*densité*
(Air sec)	1	1
Azote N^2	0,7809	0,967
Oxygène O^2	0,2095	1,105
Argon *Ar*	0,0093	1,379
Gaz carbonique CO^2	0,0003	1,529
Néon *Ne*	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$	0,695
Hélium *He*	$5{,}24 \cdot 10^{-6}$	0,138
Krypton *Kr*	$1 \cdot 10^{-6}$	2,868
Hydrogène H^2	$5 \cdot 10^{-7}$	0,070
Xénon *Xe*	$8 \cdot 10^{-8}$	4,525
Ozone O^3	$1 \cdot 10^{-8}$	1,624

En outre, l'air contient de la vapeur d'eau en quantité très variable, parce que l'eau peut exister sous les trois états sur le globe. Les gaz suivants existent aussi dans l'air en proportions un peu variables :

1° Le *gaz carbonique*, parce qu'il se dégage ou s'absorbe dans l'eau de mer et les roches de surface ;

2° L'*ozone*, qui se forme et se détruit constamment (voir plus loin).

3° Du *radon* et du *thoron*, émanations radioactives produites par la désintégration des roches ;

4° De l'*aldéhyde formique*, qui est peut-être un élément permanent de l'air (photosynthèse de $CO^2 + H^2O$) ou bien une impureté industrielle.

Grâce au brassage énergique de la troposphère par les vents, les autres gaz semblent en proportion constante au voisinage du sol sur toute la surface du globe. Par exemple pour l'hélium, Paneth et Glückhauf ont mis au point une technique de distillation fractionnée permettant une mesure précise (au 1/500e) sur quelques cm^3 d'air seulement, et ont vérifié la constance de la teneur en hélium sur une cinquantaine d'échantillons prélevés en divers points du globe ; on aurait pu cependant croire que ce gaz varierait, car il est lui aussi un produit de désintégration des roches et les champs pétrolifères d'Amérique en dégagent beaucoup.

Si la stratosphère était au repos parfait, les gaz s'y répartiraient par densités, les plus légers devenant prépondérants quand l'altitude augmente. Jusqu'à 20 km., l'expérience ne révèle rien d'analogue. Ainsi pour l'oxygène, constituant lourds qui devrait décroître quand on s'élève, les analyses

d'air de Lepape et Colange donnent à 17 km. la même valeur qu'au sol ; de même les mesures de Prokofiev faites à 18,5 km. en ballon monté. Par contre, d'après Stevens, il y aurait à 21,5 km. un volume relatif d'oxygène un peu moindre qu'au sol : 0,20985 au lieu de 0,20945 ; des prises d'air faites en ballon-sonde par Regener vers 29 km. révèlent un écart plus net : 0,2039. Pour l'hélium, constituant léger, les analyses de Paneth et Glückhauf donnent à 25 km. un volume relatif de $5,35.10^{-6}$ au lieu de $5,24.10^{-6}$ au sol. Pour l'hélium comme pour l'oxygène, une légère séparation par densité commencerait à se manifester au-dessus de 20 km.

La teneur de la stratosphère en vapeur d'eau est mal connue ; elle semble considérable, d'après les mesures de Lepape et Colange. Un autre élément qu'il serait intéressant de mesurer à grande hauteur serait le radon, car il est emmené à partir du sol par convection et disparaît par désintégration ; son étude permettrait d'intéressantes conclusions sur les vitesses de transport par l'air. Malheureusement le radon est en proportion infime (volume relatif au sol : 6.10^{-20}) et les méthodes électrostatiques employées pour le doser sont peu sensibles, si bien qu'aucune trace n'en a été décelée au-dessus de 8 km. L'étude de ces deux constituants, vapeur d'eau et radon, promet pour l'avenir de fructueuses recherches.

Conductibilité électrique. — La conductibilité σ d'un gaz est définie comme suit : soit dV la différence de potentiel entre deux plans horizontaux distants de dz. Il se produit entre ces plans un courant électrique vertical dont l'intensité i par cm² est telle que $i\,dz = \sigma\,dV$. Cette conductibilité est due à l'ionisation de l'air, c'est-à-dire à la présence d'*ions* ou molécules portant des charges électriques positives ou négatives. Les mesures de conductibilité de l'air, qui se font en général par l'étude de la décharge d'un condensateur, montrent qu'au voisinage du sol l'ionisation est en partie d'origine radioactive tandis que dans la stratosphère elle serait causée par le rayonnement cosmique. Des mesures à grande altitude ont été faites par Regener en ballon-sonde et par Stevens en ballon monté. Ce dernier a montré que la conductibilité augmentait beaucoup avec la hauteur, par suite de la baisse de pression et de l'accroissement du rayonnement cosmique. Il y aurait à chaque hauteur un rapport constant (0,78) entre la conductibilité due aux ions positifs et celle qui provient des ions négatifs.

DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODES INDIRECTES

Au-dessus de 30 km., l'atmosphère nous est actuellement inaccessible. Peut-être dans l'avenir, des fusées pourront-elles emmener des enregistreurs plus haut, mais pour l'instant, nous en sommes réduits à des méthodes indirectes qui consistent à étudier au sol une onde dont une partie du trajet s'est passée à grande altitude. Cette onde peut être sonore ou électromagnétique (lumière ou ondes hertziennes), d'où trois outils de travail fournis par l'acoustique, l'optique et l'électrotechnique. Nous allons résumer les résultats obtenus par ces méthodes ; nous verrons l'étonnante diversité de cette haute atmosphère qui, malgré sa faible masse relative (au-dessus de 20 km. il ne reste guère plus de 1/20 de la totalité de l'air) joue un rôle essentiel dans notre existence.

Acoustique

On sait tout l'intérêt que la séismologie présente pour la connaissance de la structure interne du globe, par l'étude des ondes élastiques qui se propagent à la suite des tremblements de terre. Pour l'atmosphère la propagation du son offre un outil analogue : les ondes sonores produites au sol par de fortes explosions et y revenant après un trajet courbe, nous renseignent sur l'atmosphère où elles se sont propagées.

Le point de départ de ces recherches est le phénomène classique des *zones de silence* : autour du foyer de l'explosion, il y a une région circulaire (en gros) où le son parvient directement, puis une zone annulaire de silence, ensuite une zone annulaire d'audition anormale, suivie encore d'une zone de silence, etc. L'étude de ces zones peut se faire avec l'aide d'un grand nombre d'observateurs bénévoles, mais comme ceux-ci savent à peu près l'heure de l'explosion, ils tendent l'oreille et par amour-propre entendent toujours quelque chose. Il vaut mieux employer des appareils automatiques enregistrant l'arrivée de l'onde : membrane dont les vibrations sont photographiées, ou fil chauffé électriquement et disposé à l'orifice d'un résonateur (on mesure la résistance électrique du fil, qui se refroidit un peu au passage de l'onde). Trois appareils identiques placés en triangle à quelques centaines de mètres l'un de l'autre permettent, par la différence des instants d'arrivée du son, de mesurer l'angle θ que font les surfaces d'onde avec la verticale ; on trouve des valeurs de θ allant parfois jusqu'à 35°, ce qui révèle un trajet courbe montant très haut dans l'atmosphère. L'existence de ce détour considérable est confirmée par le temps mis par le son pour atteindre la zone d'audition anormale, temps plus long d'une quantité Δt (de l'ordre de la minute au moins) que si les ondes arrivaient directement en longeant le sol.

En supposant l'atmosphère découpée en couches horizontales de composition et de température constantes, où la vitesse du son v est par suite

bien définie, la loi classique de la réfraction dit que le quotient de v par le sinus de l'angle d'incidence est le même pour toutes les couches, ou encore que $v/\cos\theta$ est constant. La trajectoire courbe révèle que v augmente avec l'altitude et permet de calculer la vitesse maximum v' au sommet de la trajectoire à partir des valeurs de v et de θ au sol, puisque $v' = v/\cos\theta$. D'autre part, la hauteur maximum de la trajectoire peut se calculer à partir de Δt, on obtient des valeurs allant jusqu'à 40 et 50 km. D'où la conclusion : à cette hauteur, la vitesse du son est notablement plus grande qu'au sol. Quelle peut en être la raison ?

On a parfois attribué ce fait à des vents soufflant à grande hauteur. La vitesse v est, en effet, la résultante de la vitesse du vent et de celle du son dans l'air. Si le vent augmente avec l'altitude, on peut observer une propagation anormale, mais seulement du côté vers lequel souffle le vent ; cet effet asymétrique ne peut pas expliquer une zone annulaire d'audition anormale, mais il rend compte de sa déformation par rapport au cercle. Ainsi pendant la guerre de 1914, le canon des Flandres s'entendait en Angleterre en été et pas en hiver, ce qu'on interprète par un changement saisonnier du vent à grande altitude.

Il faut donc admettre que c'est bien la vitesse v du son par rapport à l'air qui augmente avec la hauteur. Or, on sait que v^2 est proportionnel à la température absolue (1) et au rapport γ des chaleurs spécifique du gaz, et inversement proportionnel à sa masse moléculaire M. On peut donc interpréter de trois façons l'augmentation de v :

1° Augmentation de la température. Vers 35 km. elle serait en moyenne de — 50° C d'après les mesures directes. D'après Whipple, la propagation anormale du son nécessiterait + 10° à 40 km., 40° à 45 km. et 60° à 50 km. Pour d'autres auteurs, le réchauffement est encore plus marqué.

2° Augmentation de γ. Pour un gaz dont les molécules sont composées de deux atomes comme c'est le cas dans la troposhère (N^2 et O^2), on a $\gamma = 1{,}40$ tandis que pour un gaz monoatomique $\gamma = 1{,}67$. Si l'air vers 40 km. était composé de molécules formées d'un seul atome (hélium, ou bien oxygène et azote dissociés), la propagation anormale du son s'expliquerait même à basse température.

3° Diminution de M, par suite de la prédominance de gaz légers, tels que hydrogène ou hélium.

Cette dernière hypothèse semble improbable, le retour des ondes sonores vers le sol nécessitant 25 % d'hydrogène à 40 km. alors que les mesures directes n'en indiquent pas à 25 km. Mais les deux autres explications sont possibles. Le relèvement de température est plus en faveur, mais la présence de gaz monoatomiques peut aussi jouer un rôle : nous verrons que divers phénomènes révèlent la dissociation de l'oxygène en atomes à grande hauteur.

Notons, enfin, que si dans l'expression classique de v la pression ne figure pas, il se peut néanmoins que cette expression devienne inapplicable lorsque l'amplitude des variations de pression au passage d'une onde sonore intense devient du même ordre de grandeur que la faible pression qui règne en altitude. Il semble pourtant que cela ne suffirait pas à expliquer les faits observés.

(1) Température Centigrade augmentée de 273°.

Optique

L'action de l'atmosphère sur la lumière solaire qui la traverse ainsi que la lumière émise par l'air dans certaines conditions, nous donnent de précieux renseignements sur la haute atmosphère. Nous ne pouvons que résumer succinctement cet énorme chapitre de la physique du globe, que nous diviserons en effets d'absorption (ozone), de diffusion (crépuscule, projecteurs, nuages) et d'émission lumineuse (météores, aurores polaires, ciel nocturne).

L'ozone atmosphérique. — La présence dans la haute atmosphère d'oxygène triatomique ou ozone O^3 en quantité plus importante que la faible teneur des basses couches, ne pouvait le laisser supposer, résulte de l'étude de l'extrémité ultra-violette du spectre solaire, qui se termine assez brusquement vers une longueur d'onde de 2.900 A (angstrôm = dix-millionième de mm.). Ce phénomène ne provient pas du soleil, car on observe la même limite pour les étoiles de tous types ; c'est un effet d'absorption dans l'atmosphère terrestre, et Cornu en avait donné une preuve directe dès 1881 : la limite du spectre se déplace vers les grandes longueurs d'onde quand le soleil baisse sur l'horizon, car la masse d'air traversée par les rayons obliques augmente.

Si l'atmosphère conservait dans toute sa hauteur la composition qu'elle possède au sol, elle absorberait l'ultra-violet beaucoup moins qu'elle ne le fait ; ainsi Strutt a montré en 1918 que la raie 2536 A de l'arc au mercure pouvait parcourir sans affaiblissement notable une distance horizontale de plus de 6 km., en traversant une masse d'air du même ordre que celle que franchissent les rayons verticaux dans l'atmosphère.

L'élément chimique responsable de cette absorption est l'ozone. On l'avait supposé depuis que Hartley avait découvert en 1881 dans le spectre d'absorption de ce corps, une bande très intense commençant vers 3200 A et présentant un maximum d'opacité vers 2550 A ; un rayonnement de cette dernière longueur d'onde serait réduit de

moitié en intensité par une couche d'ozone pur à la pression normale (760 mm. de mercure) de 0,02 mm. seulement d'épaisseur, soit une opacité supérieure à celle des métaux pour les radiations visibles. Mais la preuve définitive que c'est bien l'ozone qui limite le spectre solaire a été donnée par Fabry et Buisson. Ils ont aussi montré que la variation de l'absorption avec la hauteur du soleil permettait de déterminer la quantité totale d'ozone contenue dans l'atmosphère : ce gaz, séparé à l'état pur et ramené à la pression normale, formerait une couche d'épaisseur $x = 2,7$ mm. environ. Les travaux de Dobson ont montré que cette quantité x dite *épaisseur réduite* éprouvait des variations considérables ; elle est plus faible dans les régions tropicales (2 mm. en moyenne) et dépasse 3 mm. dans les régions polaires. Dans une station donnée, il y a une variation annuelle avec maximum au printemps et minimum en automne, l'amplitude étant grande vers le pôle (x variant entre 2,5 et 4 mm.) encore notable dans nos régions (entre 2,4 et 3,2), s'atténuant aux tropiques et changeant de phase en passant l'équateur. Par contre, les mesures nocturnes sur la lumière de la lune ou des étoiles ne montrent pas de variation diurne nette. Enfin, il y a des modifications importantes de x en corrélation avec les changements de temps, les variations barométriques, les fronts polaires, etc.

Localisation de l'ozone. — Si la teneur en ozone était constante, une épaisseur réduite de 3 mm. correspondrait à une masse de 80 mg. pour 100 m3 d'air, tandis que l'analyse chimique au niveau du sol donne seulement 1,8 mg. La teneur doit donc s'accroître beaucoup avec la hauteur, mais la limite du spectre solaire étant la même au sol qu'en haute montagne ou à 9 km. en ballon (Wigand, 1913), c'est dans la stratosphère que doit se localiser la presque totalité de l'ozone. Le problème peut être attaqué de deux façons :

1° A partir de mesures faites au sol sur des rayons solaires d'inclinaisons variées, on peut calculer approximativement la hauteur où se trouve l'ozone. Les premières mesures de Fabry et Buisson supposaient une couche mince située vers 50 km. En étudiant la lumière solaire diffusée par l'air (bleu du ciel), Dobson et ses collaborateurs ont obtenu les résultats suivants : la masse d'ozone contenue dans un *volume* donné d'air augmenterait avec l'altitude, passerait par un maximum entre 20 et 30 km., puis diminuerait ; on aurait une répartition en épaisseur et non une couche mince. La figure 1 représente le résultat de mesures faites en Suisse (courbe *a*) et en Norvège (courbe *b*). Par suite de la diminution de densité de l'air, la masse d'ozone contenue dans une *masse* donnée d'air, passe par son maximum à une plus grande hauteur, entre 35 et 40 km. Ces déterminations indirectes sont imprécises.

2° On peut photographier à grande altitude le spectre solaire qui doit s'étendre dans l'ultra-violet plus loin qu'au sol. En 1934, Regener a obtenu en ballon-sonde des spectres jusqu'à 30 km ; à ce niveau, 70 % de l'ozone était au-dessous de l'appareil (voir fig. 1, courbe *c*). Les mesures faites pendant les ascensions de Stevens donnent des résul-

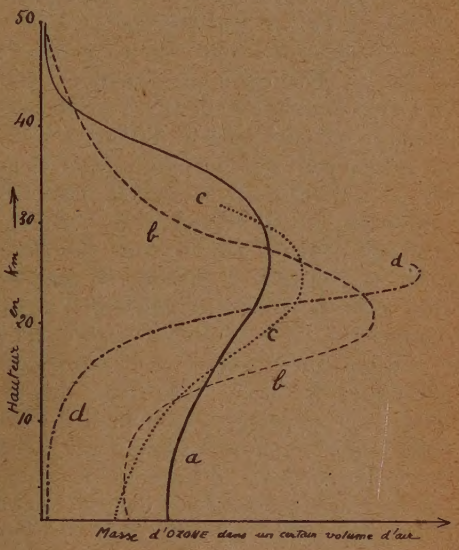

FIG. 1

Répartition de l'ozone en fonction de l'altitude, d'après Dobson (*a* et *b*), Regener (*c*) et Stevens (*d*)

tats assez différents (courbe *d*), il n'y aurait presque pas d'ozone jusqu'à 15 km., puis une croissance très rapide avec maximum vers 22 km. Depuis 1937, on utilise en Amérique des ballons-sondes portant une cellule photoélectrique avec un filtre isolant l'ultra-violet ; la cellule module les ondes d'un petit émetteur de T.S.F. emporté par le ballon, ce qui permet de suivre du sol les variations d'intensité de l'ultra-violet solaire avec la hauteur (indiquée à intervalles réguliers par des signaux commandés par un baromètre). Lorsque ces diverses méthodes seront au point, nous pourrons mieux connaître la localisation de l'ozone en fonction du lieu et de l'époque.

Température de l'ozone. — Wulf et Melvin ont découvert en 1931 que le spectre d'absorption de l'ozone variait légèrement d'aspect avec la température, ce qui permet en principe d'évaluer la température moyenne de l'ozone atmosphérique. Cette méthode a été récemment mise en œuvre par divers savants français (Vassy, Barbier, Chalonge, etc.), mais les résultats obtenus sont assez discordants. Si l'on admet avec Vassy une température moyenne de — 30° C, on en déduit que la tempéra-

ture doit se relever au-dessus de 35 km., puisque la plus grande partie de l'ozone se trouve en-dessous de ce niveau à la température de — 50 ° C. Signalons que d'après Barbier et Chalonge, il y aurait une corrélation entre la température moyenne de l'ozone et son épaisseur réduite, ces deux quantités variant dans le même sens. Ces auteurs ont aussi constaté des répartitions très hétérogènes d'ozone, sous forme de véritables nuages analogues aux nuages de vapeur d'eau de la troposphère.

Origine de l'ozone atmosphérique. — Les variations de l'épaisseur réduite, prouvent que l'ozone n'est pas un constituant permanent de l'air, mais qu'il s'en produit et s'en détruit constamment. Au laboratoire on peut faire de l'ozone par l'effluve électrique ou par l'action photochimique de l'ultra-violet, et le décomposer par action photochimique ou élévation de température. Dans l'atmosphère, on pourrait penser à une formation électrique sous l'action des charges auxquelles on attribue les aurores polaires, et cela expliquerait l'abondance de l'ozone aux latitudes élevées ; mais on n'a constaté aucune corrélation entre l'activité aurorale et l'épaisseur de l'ozone ; d'autre part, les aurores se produisent au-dessus de 80 km. et si l'ozone se formait si haut, ce gaz serait sans doute décomposé thermiquement avant d'atteindre le niveau de 20-30 km. où il s'accumule. Aussi est-ce plutôt à l'ultra-violet solaire qu'on attribue la formation de l'ozone ; en effet, les longueurs d'onde inférieures à 2000 A sont fortement absorbées par O^2 et le transforment en O^3 : la radiation 1850 A est complètement absorbée par dix mètres d'air à la pression normale, et de ce fait ne peut pas descendre au-dessous de 40 km. Pour échapper à cette difficulté, Chapman suppose que l'ultra-violet ne produit pas directement l'ozone : les longueurs d'onde de 1300 à 1800 A dissocieraient O^2 en O, les atomes d'oxygène ainsi formés se combinant avec O^2 pour former O^3. D'autre part, l'ultra-violet de 2200 à 3000 A est absorbé par la bande de Hartley et dissocie l'ozone. Il y aurait ainsi production et destruction continuelles de O^3 et, en attribuant des valeurs convenables aux vitesses des réactions, Chapman a pu rendre compte de l'absence d'effet diurne, de l'ordre de grandeur de la variation annuelle et de la distribution géographique (1). D'après cette théorie, tandis que la concentration de l'ozone diminuerait rapidement au-dessus de 30 km., celle de l'oxygène atomique ne cesserait d'augmenter et dépasserait bientôt celle de l'oxygène moléculaire.

Pour en finir avec l'ozone, remarquons que ce gaz, malgré sa faible quantité, est un important constituant de l'air : il protège les êtres vivants contre l'action nocive de l'ultra-violent solaire et, en absorbant cet ultra-violet qui se transforme en chaleur, il joue un rôle essentiel, sur lequel nous reviendrons, dans l'équilibre thermique de l'atmosphère.

(1) D'après Vassy, la variation annuelle de la température stratosphérique doit jouer un rôle important dans l'explication de ces effets.

Le crépuscule. — La lumière crépusculaire (lumière solaire diffusée par l'atmosphère) reste visible tant que le soleil est à moins de 18° sous l'horizon. Son intensité dépend de la densité atmosphérique, tout volume d'air diffusant une quantité de lumière proportionnelle au nombre de molécules qu'il contient. Les mesures montrent que cette quantité de lumière, dès que le soleil s'abaisse à plus de 8° sous l'horizon, est beaucoup plus grande que si toute la stratosphère était à — 50° C. Link en avait déduit en 1935, pour la densité vers 100 km. une valeur près de cent fois plus grande que si la stratosphère était isothermique et avait conclu à un relèvement notable de la température. Cette conclusion a été vivement critiquée en 1938 par Hulburt, qui a insisté sur les diffusions secondaires qui compliquent le phénomène quand le soleil est à plus de 8° sous l'horizon ; dans ce cas, la majeure partie de la lumière crépusculaire venant du zénith, proviendrait des basses couches de l'atmosphère, déjà dans l'ombre, mais encore éclairées par la lumière diffusée dans les régions situées à l'ouest. Les mesurs de Hulburt sont en bon accord avec une théorie simple supposant la température égale à — 55 ° C jusqu'à 60 km. de hauteur. A vrai dire, la théorie du crépuscule n'est pas assez avancée pour qu'on en puisse rien déduire de précis sur la température (1).

Emploi de projecteurs. — Cette méthode d'étude par diffusion de lumière artificielle a été souvent proposée, et essayée en 1936 par Duclaux et en 1937 par Hulburt qui put photographier le faisceau d'un arc jusqu'à 28 km. de hauteur. Au delà il y avait un voile général dû aux étoiles et à la lumière du ciel nocturne. Pour atténuer ces effets parasites, Johnson et ses collaborateurs ont employé un projecteur dont le faisceau était obturé dix fois par seconde, la lumière diffusée étant reçue par une cellule photo-électrique placée au foyer d'un miroir et débitant sur un amplificateur accordé sur la même fréquence de dix par seconde ; les lumières constantes s'éliminent ainsi, et la limite de sensibilité ne dépend que des courants propres de la cellule et des fluctuations de la lumière du ciel. Le faisceau fut suivi jusqu'à 34 km. Les au-

(1) Des résultats récents de R. Grandmontagne à l'Observatoire de Lyon, concernant la mesure photoélectrique de la brillance du ciel au crépuscule, ont révélé trois discontinuités, dues à des variations rapides du gradient de température ou de la composition, vers les hauteurs suivantes : 60, 95 et 160 km. (Note ajoutée en 1945.)

teurs pensent que cette méthode pourra permettre de mesurer la densité de l'atmosphère jusqu'à 90 km. d'altitudde.

Nuages stratosphériques. — Les nuages les plus élevés, les cirrus, ne dépassent pas 11 km. On a pourtant signalé dans la stratosphère deux types de nuages visibles par diffusion de lumière :

1° Les nuages *nacrés*, découverts par Mohn et étudiés par Störmer, entre 22 et 30 km. Ils ont des couleurs irisées, et sont formés de particules de 0,002 mm. de diamètre, d'après les halos observés au travers, soit deux fois moins que les plus petites gouttes d'eau des nuages de la troposphère. Ces particules sont probablement des petits cristaux de glace ou des gouttelettes d'eau surfondue. Ces nuages apparaissent à l'ouest des dépressions si le ciel est clair. Leur mouvement est parfois insignifiant, parfois rapide : Störmer a mesuré une vitesse E-O de 270 km./h.

2° Les nuages *crépusculaires* qui apparaissent à l'ouest et sont encore éclairés par le soleil tandis que l'observateur est dans l'ombre. Ils ressemblent à des cirrus et présentent souvent des bandes parallèles révélant des mouvements tourbillonnaires de l'air. Leur couleur est dorée près de l'horizon, puis bleue, ce qui indiquerait des particules de diamètre inférieur à 0,001 mm. ; ces nuages sont si ténus, que la lumière des étoiles les traverse sans peine. Ils se situent entre 80 et 90 km. d'altitude, et leur mouvements sont souvent rapides (150 km./h. N.-S. et 300 km./h. E.-O., d'après deux observations de Störmer). Humphreys suppose ces nuages formés de microscopiques cristaux de glace, ne se vaporisant pas malgré la faible pression par suite d'une température basse (— 70° C). Störmer y voit plutôt des poussières d'origine cosmique ; ces nuages sont, en effet, souvent précédés de gerbes météoriques. Il est possible d'ailleurs que ces poussières servent de germes de condensation aux cristaux de glace.

Météores. — Les météores ou bolides sont des fragments matériels arrivant à grande vitesse dans l'atmosphère et y laissant une traînée lumineuse (étoiles filantes). Leur masse est généralement inférieure au gramme ; les gros explosent parfois avec bruit. Ceux qui tombent sur le sol (météorites) se classent en métalliques (fer et nickel) ou en pierreux (composition analogue à l'écorce terrestre). La plupart des météores disparaissent à une certaine hauteur, le plus fréquemment vers 80 k., moins souvent vers 45 km., et rarement entre ces deux niveaux ; d'après Wegener, la première altitude correspondrait aux météores les plus rapides, et la seconde à ceux dont la vitesse est comprise entre 20 et 50 km./sec : tout se passe comme s'il y avait deux régions de freinage intense séparés vers 60 km. par une zone de moindre résistance. Egedall a signalé une corrélation entre les phases de la lune et la hauteur de disparition des météores, qui varierait de 10 % de part et d'autre de la moyenne. Il l'explique par une marée atmosphérique due à l'attraction de la lune. Ces marées avaient déjà été mises en évidence par les variations de la pression barométrique au sol.

Spectres des météores. — On croit communément que la lumière des météores provient de leur incandescence par frottement dans l'air. Pourtant les météores laissent souvent derrière eux une traînée brillante, comme si l'air était rendu lumineux par leur passage et le restait un moment (cette traînée se déforme, à cause des mouvements de l'air, ce qui indique des vents atteignant 300 km./h. et soufflant surtout d'est jusqu'à 80 km. de hauteur et d'ouest au-dessus) ; d'autre part, les spectres des météores ne sont pas des spectres continus de solides incandescents, mais des spectres de raies que l'on a classés en type Y (vapeurs de calcium ionisées) et type Z (vapeurs de fer). On avait pensé que ces deux types correspondaient à des météores de composition différente, mais les 2/3 des spectres sont du type Z tandis que les météorites de fer ne se présentent que dans la proportion de 5 % ; il s'agit plus vraisemblablement d'un effet d'altitude, le type Y apparaissant au-dessus de 80 km. et le type Z en-dessous.

A vrai dire, on ne possède pas de théorie satisfaisante de la lumière des météores. A ces énormes vitesses, la notion de compression adiabatique de l'air ne présente plus grand sens. Il y a certainement échange d'énergie cinétique entre le météore et les molécules qu'il frappe, d'où sa vaporisation partielle. Pour que l'élévation de température soit suffisante, il faut une masse d'air traversée minimum ; la hauteur d'apparition de la luminosité donne donc une idée de la quantité d'air franchie. Sur cette base, Lindemann et Dobson ont calculé que la pression aux grandes hauteurs était plus forte que si la température restait à — 50° C ; ils évaluent à + 30° la température vers 50 km. Mais ces calculs resteront incertains tant que la théorie des météores ne se fondera pas sur des bases plus solides.

Aurores polaires. — Comme l'indique leur nom, ces phénomènes se produisent aux latitudes élevées. Les lignes d'égale fréquence sont approximativement des cercles dont le centre est au N.-O. du Groenland, avec maximum de fréquence à 23° de ce point. Lors des orages magnétiques, la zone des aurores descend vers les basses latitudes et atteint parfois les tropiques.

Hauteur des aurores. — Depuis 1910, Störmer a photographié un grand nombre d'aurores simul-

tanément de deux ou trois stations éloignées, ce qui permet la mesure de leur hauteur. Les aurores ont une base inférieure nettement marquée, puis la brillance augmente, passe par un maximum à une dizaine de km. au-dessus de la base, et décroît progressivement, si bien que la limite supérieure ou sommet de l'aurore est mal définie. L'étude statistique de 2.000 aurores a montré que la hauteur de la base inférieure variait entre 80 et 160 km., avec deux maxima de fréquence, non expliqués, à 100 et 106 km. Outre ces aurores ordinaires, dont le sommet dépasse rarement 400 km., Störmer a photographié quelques aurores beaucoup plus hautes, dont la base dépasse 200 km. et le sommet 600 ; dans l'une d'elles, les rayons atteignaient 1.000 km. Ces aurores exceptionnelles, comme le prouve le calcul d'après leur position et leur hauteur, se produisent dans une région de l'atmosphère encore éclairée par le soleil, ce sont des *aurores diurnes*.

La grande différence d'altitude entre aurores ordinaires et diurnes a fait généralement supposer que la densité de l'atmosphère était notablement plus grande pendant le jour que pendant la nuit. L'interprétation la plus simple en serait une élévation de température par le rayonnement solaire ; d'après Angenheister, cela conduit à des températures supérieures à 1.000° C à grande hauteur pendant le jour. Vegard a proposé une autre explication : le rayonnement solaire produirait par effet photoélectrique une électrisation de la haute atmosphère, et les forces de répulsion électrostatique qui en résulteraient iraient à l'encontre de la pesanteur ; l'atmosphère se soulèverait ainsi pendant le jour et retomberait par son poids pendant la nuit. Enfin Krogness a suggéré que la pression de radiation solaire pouvait repousser tangentiellement la haute atmosphère comme dans une queue de comète, et que les aurores diurnes se produiraient dans cette queue.

Spectre des aurores. — Les premières recherches d'Angström (1869) découvrirent une raie verte intense de longueur d'onde 5577 A, qui donne aux aurores leur couleur habituelle, et dont l'origine resta longtemps incertaine. Vegard photographia en 1923 une trentaine d'autres raies ou bandes qui furent presque toutes identifiées et attribuées à l'azote ; ce fait l'incita à admettre que la raie verte était due aussi à l'azote, qu'il supposa sous forme de poussières cristallines. Pour éprouver cette hypothèse, il bombarda avec des rayons cathodiques de l'azote solide, au laboratoire du froid de Leyde, et trouva effectivement une émission de lumière dans le vert. Mais Mac Lennan et ses collaborateurs, en répétant cette expérience, montrèrent que cette lumière se résolvait en trois bandes étroites dont aucune ne coïncidait avec la raie verte. L'année suivante (1925) ils réussirent à reproduire cette raie par décharge électrique dans de l'hélium ou du néon contenant un peu d'oxygène, puis dans l'oxygène pur à faible pression. L'effet d'un champ magnétique sur la production de cette raie prouva qu'elle était émise par l'*atome* d'oxygène et non par la molécule. Des mesures interférométriques de la longueur d'onde de la raie verte produite par Mac Lennan au laboratoire, donnèrent 5577,341 A, tandis que pour la raie aurorale on trouve 5577,345. L'accord est excellent, et l'attribution de la raie verte à l'atome d'oxygène semble définitive.

Le spectre des aurores, étudié entre 3000 et 9000 A, comprend une centaine de bandes, dues à la molécule d'azote neutre ou ionisée, et de raies provenant de l'atome d'azote ; la raie verte et deux raies rouges sont produites par l'atome neutre d'oxygène. On n'observe pas de raies attribuables à l'hydrogène ou à l'hélium (1) ; d'après Vegard, 2 % de ces gaz en volume produiraient un spectre observable, et Kaplan, dans ses recherches pour reproduire la lumière aurorale, a constaté que l'hydrogène empêchait la production de certaines bandes de l'azote présentes dans les aurores ; il semble donc que l'hydrogène et l'hélium restent en faible proportion dans les hauteurs comme au sol. Cependant, Lindemann a fait observer que l'excitation de l'hélium nécessitait des champs électriques plus élevés que pour l'azote et l'oxygène, et que par suite même dans une atmosphère riche en hélium, son spectre pourrait ne pas se manifester ; en outre, presque toute l'énergie serait rayonnée dans l'ultra-violet lointain encore non étudié.

Vegard et Störmer ont observé que l'intensité de la raie verte diminuait par rapport à celle des bandes de l'azote à mesure que l'altitude augmentait, et spécialement pour les aurore diurnes qui sont les plus hautes. A toute altitude l'oxygène et l'azote semblent rester les constituants essentiels de l'atmosphère, l'oxygène étant dissocié en atomes et décroissant avec la hauteur. La faible variation de la brillance indiquerait, d'après Vegard, que la densité de l'atmosphère ne diminuerait que lentement entre 100 et 800 km., ce qui lui paraît une confirmation de sa théorie du soulèvement électrostatique de la haute atmosphère.

Température des aurores. — On a vainement tenté d'évaluer la température de l'air au niveau des aurores par deux méthodes :

1° Les rotations moléculaires qui peuvent se calculer à partir des intensités des bandes spectrales, dépendent de la température. Rosseland obtient ainsi + 70° C et Vegard — 44°, ce qui montre l'imprécision de la mesure.

(1) Vegard et Störmer ont cependant signalé la présence occasionnelle de raies de l'hydrogène dans certaines aurores.

2° La largeur des raies spectrales s'accroît avec la température, par suite de l'effet Doppler résultant de l'agitation thermique ; l'évaluation interférométrique de cette largeur fournirait une indication sur la température. Cette méthode est encore plus incertaine : elle conduit Vegard à des valeurs basses et Babcock à 2000° C.

Théories des aurores. — La liaison entre les aurores et l'activité solaire est depuis longtemps connue : on retrouve la période de 27 jours de la rotation du soleil et le cycle de onze ans des taches solaires. En outre, les aurores intenses se produisent souvent aux équinoxes, lorsque la terre se trouve dans le plan équatorial du soleil, région d'activité maximum.

En 1881, Goldstein supposa que les aurores étaient dues à l'action sur l'air raréfié de charges électriques analogues aux rayons cathodiques ; Birkeland montra qu'un petit aimant figurant la terre agissait sur ces rayons d'une façon qui imite l'aspect des aurores. Depuis 1903, Störmer a étudié mathématiquement le problème des trajectoires décrites par des particules électrisées venant du soleil et soumises au champ magnétique terrestre ; celui-ci tend à concentrer les particules au voisinage des pôles magnétiques ; le maximum de fréquence à 23° prouverait une grande énergie cinétique des charges, supérieure à celle des rayons β les plus pénétrants des corps radioactifs. Cette théorie corpusculaire présente plusieurs difficultés : on s'explique mal comment certains arcs auroraux peuvent conserver la même position pendant des heures malgré les mouvements de la terre et du soleil ; en outre, Schuster a démontré qu'un faisceau de charges électriques aussi intense que ceux qu'il faut admettre pour les fortes aurores, devrait se dissoudre par répulsion électrostatique dans l'espace.

Aussi, reprenant une idée de Paulsen (1894) qui plaçait dans la haute atmosphère l'origine des charges électriques des aurores, Maris et Hulburt, ont-ils supposé que l'ultra-violet solaire ionisait les molécules au-dessus de 400 km. et les projetait avec des vitesses de l'ordre de 10 km./sec ; ces ions, guidés par le champ magnétique terrestre atteindraient en une dizaine d'heures les régions polaires et y produiraient les aurores. En réalité, une vitesse de 10 km./sec ne permettrait pas aux particules de descendre jusqu'à 80 km., aussi, malgré ses lacunes, la théorie corpusculaire est-elle la plus généralement admise.

Lumière du ciel nocturne. — Même en l'absence de lune, le ciel reste lumineux pendant la nuit, et produit sur le sol le même éclairement qu'une lampe de 25 bougies accrochée à 300 mètres de hauteur. D'après Dufay, 20 % de cette lumière proviendrait des étoiles et 15 % d'une diffusion de la lumière solaire sur des particules extérieures à l'atmosphère terrestre ; le reste serait d'origine atmosphérique, comme le prouve l'augmentation de la brillance près de l'horizon, région où l'atmosphère est plus épaisse parce que vue obliquement.

Le spectre du ciel nocturne est difficile à photographier, il faut des objectifs très ouverts et de longues poses. Cabannes et Dufay, entre autres chercheurs, ont étudié un spectre continu provenant de la fraction extérieure à l'atmosphère et un spectre atmosphérique de bandes et de raies, analogue à celui des aurores : on retrouve la raie verte de l'atome d'oxygène, avec une longueur d'onde 5577,351 A en bon accord avec les valeurs aurorales, ainsi que les bandes de la molécule neutre d'azote, mais avec des rapports d'intensité différents ; par contre, les molécules ionisées et l'atome d'azote ne se manifestent pas. En outre, on a signalé des bandes dues à la vapeur d'eau, des raies de l'argon, d'autres d'origine inconnue que l'on voit aussi dans les spectres de comètes, et enfin le doublet du sodium ; cet élément, qui semble concentré dans une couche assez mince vers 60 km., serait soit de provenance solaire, soit d'origine marine. L'énergie rayonnée croît en moyenne avec la longueur d'onde, si bien que le ciel nocturne serait orange si la notion de couleur conservait un sens à ces faibles brillances.

Les mesures visuelles de Lord Rayleigh et les études photoélectriques de Grandmontagne montrent une variation annuelle de la brillance du ciel nocturne, avec minimum en mai et maximum en novembre. Il y aurait, en outre, une variation plus lente, sans doute en corrélation avec l'activité solaire, et des fluctuations locales ; certaines nuits, le ciel est exceptionnellement brillant par suite d'aurores polaires descendant aux basses latitudes.

D'après le rapport des brillances au zénith et à l'horizon, Cabannes et Dufay ont essayé de déterminer la hauteur de la région qui produit la lumière et la trouvent supérieure à 100 km. (1).

Dauvillier a proposé pour la lumière nocturne une luminescence par excitation électrique, comme pour les aurores. Par contre, Chapman suppose que la raie verte est émise lors de la recombinaison en molécules des atomes d'oxygène produits pendant le jour par l'ultre-violet solaire, l'énergie accumulée par la dissociation diurne reparaissant en rayonnement nocturne.

(à suivre).

YVES LE GRAND, *Sous-Directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle.*

(1) Des résultats plus récents tendraient à prouver qu'une partie de la lumière du ciel nocturne peut provenir de régions basses et le reste d'un niveau très élevé. (Note ajoutée en 1945).

L'Instinct et la Conscience dans l'évolution de la vie

Lorsque l'on considère que l'énergie génétique se continue, qu'il lui suffise d'une dépense minime et de très courte durée à inciter l'impulsion à la vie embryonnaire, à se ressaisir dans d'autres éléments sexuels, la vie n'apparaît plus comme une notion abstraite, mais comme un courant qui se transmet d'un germe à un germe par l'intermédiaire d'un organisme développé.

Ainsi, selon Bergson, la vie est la mobilité même ; les manifestations particulières de la vie n'acceptent cette mobilité qu'à regret et retardent constamment sur elle. La torpeur végétative, l'instinct et l'intelligence sont les éléments qui coïncident dans l'impulsion vitale commune aux plantes et aux animaux et qui, au cours d'un développement où ils se manifestèrent dans les formes les plus imprévues se dissocièrent pour le seul fait de la croissance.

Et parce que l'intelligence et l'instinct ayant commencé par s'entrepénétrer, ils conservent quelque chose de leur origine commune. L'intelligence et l'instinct ne sont pas du même ordre, mais se complètent précisément par ce qu'il y a de différence de complication ou de perfection.

Il s'ensuit, que l'étude de la vie doit envisager la connaissance de la vie psychique et l'éveil de l'intelligence, reconnaître et saisir le phénomène de la conscience depuis l'être le plus humble de la ligne d'évolution jusqu'à l'être le plus développé, bien qu'élucider et définir l'instinct et l'intelligence ne suffiraient à combler l'abîme qui existe entre le phénomène de sensation et la conscience.

Des difficultés immenses s'opposent à l'explication de la nature de la pensée, surtout lorsqu'on essaie d'objectiver ce processus par rapport au sujet qui médite. L'intelligence se présente comme une fonction de compréhension et d'invention susceptible de se diversifier dans ses possibilités et démarches selon les problèmes qui surgissent au cours de l'existence. Ses relations avec le langage constitue le moyen très adéquat d'exprimer les manifestations les plus abstraites de l'idée, bien que cette dernière déborde le langage.

Le psychisme humain dépasse les mécanismes automatiques qui président à l'émission des réflexes et comporte des processus d'idéation et de conscience de cette idéation et résulte de toute la structure de l'être organisé subordonné dans ses rencontres au milieu ambiant. Mais pour combler l'espace qui sépare les fonctions du corps des actes supérieurs de l'intelligence, on a émis la notion de l'instinct, dont le rôle est de servir d'intermédiaire entre ces facultés et ainsi la « psychobiologie » était fondée.

La conscience a diminué la force de défense de l'homme, c'est-à-dire la force de l'instinct, mais l'homme n'est pas seulement un être qui se défend ou s'esquive, mais un être qui pense, qui discrimine et qui crée. La théorie évolutionniste aboutit souvent à des contradictions et erreurs, mais ce qu'il faut reconnaître comme un fait réel, c'est sa notion du dynamisme de la nature humaine. Si l'influence du milieu sur l'être vivant, écrit Prenant, est un fait incontestable, l'hérédité des caractères acquis grâce au milieu, ne peut être considérée comme prouvée et serait d'ailleurs un phénomène bien difficile à comprendre rationnellement.

Le seul mode de variation héréditaire dont la réalité soit prouvée est le phénomène de mutation, qui affecte non seulement les cellules reproductrices, mais les chromosomes des cellules, d'où changements divers dans les descendants de ces cellules. Mais la mutation n'est pas le seul moyen de l'évolution. L'équilibre instable entre le milieu extérieur et la matière organisée, est à la base de modification de la structure. Alors que le matérialisme rencontre des obstacles quant à l'explication de l'origine des êtres vivants et de l'homme en particulier, le spiritualisme affirme que l'âme est irréductible en tâchant d'expliquer toute l'évolution au moyen d'un principe vital. L'adaptation aux conditions du milieu ambiant exige des efforts de tous les organes, des qualités du système nerveux et de l'esprit, d'où on pourrait affirmer que l'existence de la pensée est aussi fondamentale que l'existence des équilibres chimico-physiques. La conscience et l'esprit ne sont pas les conséquences d'une évolution mécanique, dans une nature objective soumise à l'influence d'un déterminisme rigide, car alors il faudrait éliminer tout idéal et toute finalité de la création. Le rythme de la vie constitue une organisation plastique, un enchaînement d'activités sensibles capables de répondre à toutes les exigences survenues et s'adapter à toutes les conditions sans faire intervenir la conscience. L'intelligence réalise la fonction élaboratrice des activités supérieures et par ceci la véritable distinction de l'être humain. En créant des systèmes d'abstraction, des concepts par identification des ressemblances et différenciation des différences, résultés seulement de sa propre expérience l'intelligence réussit à fonder les sciences physiques, bien que ces conceptions soient insuffisantes dans les sciences biologiques, l'intellectualisme ne pouvant pénétrer l'intimité des sources de la vie même.

L'intelligence est une fonction d'abstraction.

d'identification et d'invention, qui en créant une réalité, la dépasse, comme elle déborde le signe affectivo-social ou le langage. L'adaptation semble constituer l'agent de stabilisation et de réparation organique et même de perfectionnement des organes, qui s'explique par les réactions aux chocs du monde extérieur de plus en plus exactes d'où un enchaînement d'exactitudes causales.

Ces orientations et causalités, ont leur part dans la source des instincts. L'instinct achevé est une faculté d'utiliser et même de construire des instruments organisés ; l'intelligence achevée est la faculté de fabriquer et d'employer des instruments inorganisés, alors que l'intelligence (Bergson) dans ce qu'elle a d'inné est la connaissance d'une forme ; l'instinct implique celle d'une matière.

L'instinct et l'intelligence représentent donc deux aspects divergents du même problème, qui s'accompagnent et se complètent parce qu'ils sont de sens opposés. La conscience substitue le milieu social en s'y adaptant (Carrel). Le mode d'adaptation dépend de la constitution individuelle et la conscience répond à l'inimité du milieu par un effort dirigé contre ce milieu. Ainsi la conscience est une activité de prévision, d'organisation, de contrôle, d'inhibition ou d'orientation, selon les circonstances et du caractère de chacun. La conscience est affranchissement et liberté. En résumé, si l'on voulait s'exprimer en termes de finalité, il faudrait dire que la conscience, après avoir été obligée, pour se libérer elle-même, de scinder l'organisation en deux parties complémentaires, végétaux d'une part et animaux de l'autre, a cherché une issue dans la double direction de l'instinct et de l'intelligence : elle ne l'a pas trouvé avec l'instinct, et elle ne l'a obtenue du côté de l'intelligence, que par un saut brusque de l'animal à l'homme (Bergson).

Donc, le même mouvement qui porte l'esprit à se déterminer en intelligence, c'est-à-dire en concepts distincts, amène la matière à se morceler en objets nettement extérieurs les uns aux autres, car plus la conscience s'intellectualise, plus la matière se spatialise. Avec la pensée apparaît l'action et avec la conscience le raisonnement.

Admettre que la conduite soit le résultat des réflexes présidés par des phénomènes physico-chimiques même si la mémoire associative semble intervenir dans les diverses activités, c'est nier la pensée créatrice.

On ne peut comparer l'éveil de l'intelligence avec l'irritabilité des êtres monocellulaires réduits à une masse infime de protoplasma. Une fonction si complexe, comme la conscience susceptible de résoudre l'enchaînement des questions du monde extérieur, implique de nombreux processus, comme la mémoire, l'imagination, le jugement, l'habitude et le langage moyens d'expression de toutes les activités de la vie dans ses différentes et complexes démarches.

L'intelligence plonge donc ses racines dans les sources mêmes de la vie, constituant ainsi le premier critère entre le choc de l'organisme avec le milieu ambiant. En effet, on constate qu'au degré le plus humble de toute tendance, de toute énergie qui s'exerce, plus nettement au niveau de la psychologie humaine, enfin de toute appréciation (Bergson) d'après une forme et un idéal, la pensée apparaît comme source et principe d'action, comme facteur de réalité.

L'étude de la phylogénèse et de l'ontogénèse de l'intelligence comprend l'étude des faits qui touchent à la psychologie animale et à la psychologie de la première et de la deuxième enfance.

Il faut donc remonter jusqu'aux protozoaires, animaux unicellulaires pour dépister les premières traces de psychisme rudimentaire, ces êtres étant dépourvus de système nerveux leur comportement se limite à un état d'irritabilité de leur masse protoplasmique aux divers excitants extérieurs. Par contre, le système nerveux paraît plus varié chez les êtres multicellulaires, dont le comportement s'exprime par quelques réflexes et tropismes. De même, leurs réactions diffèrent selon la nature de l'excitation, mécanique ou chimique. La vie est déjà une organisation compliquée depuis les êtres les plus simples et les plus rudimentaires.

Chez les êtres pluricellulaires, on décèle la présence d'une cellule neuro-musculaire, formée par une partie sensible et par un filament musculaire. C'est la première forme de l'appareil réflexe. Chez les êtres les plus évolués, la cellule neuro-musculaire se scinde en une cellule sensorielle résidant dans l'épiderme et une cellule musculaire située sous la peau. L'excitation de la cellule sensorielle se transmet vers la cellule musculaire par l'intermédiaire d'un filament. Les réponses réflexes varient avec l'organisation plus ou moins complexe de la cellule neuro-musculaire. L'apparition et l'organisation du système nerveux cérébro-spinal favorisent la naissance de nouveaux groupes de réflexes.

La moelle épinière fait localiser des réflexes dans un membre ou un groupe déterminé de muscles, la moelle allongée permet la réponse réflexe coordonnée de plusieurs systèmes à toute excitation. Et déjà à ce degré d'évolution on constate une activité psychique mieux ordonnée et mieux coordonnée, bien qu'on ne puisse encore parler de conscience, cette dernière n'étant que l'expression de l'unité individuelle.

Chez les vertébrés, les insectes, les mollusques céphalopodes, le système nerveux est plus concen-

tré. La constance du milieu humoral et la durée de vie des cellules nerveuses semblent favoriser l'apparition de la mémoire associative renforcée surtout chez les vertébrés. L'activité instinctive commence à se manifester. Les mammifères carnivores semblent être doués d'une véritable activité cérébrale et d'un comportement plus élastique.

Plus on monte l'échelle animale plus on distingue facilement les deux tendances divergentes, l'une qui mène vers la spécialisation instinctive et l'autre qui mène vers l'affranchissement.

L'instinct exprime les nécessités d'une espèce, comme l'adaptation au milieu ambiant en dépendance de la constitution fonctionnelle. L'instinct dépasse par sa complexité le tropisme car il implique non seulement la manifestation d'une tendance qui progresse de l'automatisme primitif vers l'adaptation plus adéquate aux conditions vitales, mais aussi la manifestation d'un acte d'origine organique et héréditaire. Cette hérédité étant d'ordre constitutif et non intellectuel.

L'animal, note Maritain, vit dans une sorte de magie : biologiquement uni à la nature, tous les signes dont il use se réfèrent à un régime psychique exclusivement imaginatif.

Au cours de l'évolution de la série animale, on constate la différenciation de plus en plus complexe du système nerveux : les propriétés primitives d'irritabilité et de contractilité sont remplacées par un système de conduction sans contrôle nerveux central (comme on en rencontre chez les animaux à symétrie radiaire), ensuite l'apparition de la symétrie bilatérale (de la lignée supérieure à partir des vers) permet de constater que le système nerveux se polarise, se différencie et se centralise ; l'intégration de l'organisme est de plus en plus parfaite. Le comportement suit de près la structure organique, mais de l'analyse seule de la structure nerveuse on ne peut prévoir les formes du comportement.

Les organismes unicellulaires présentent l'ectoplasma sensible à l'action des agents chimiques, thermique, mécanique et lumineux, mais possèdent des parties dont le gradient de sensibilité est plus élevé à une excitation dont le centre se trouve localisé dans le pseudopode ou dans l'organisme lui-même.

Chez les protozoaires, le comportement résulte de la subordination des parties au tout et il existe même des centres qui régissent les réactions des parties.

- Le phénomène de l'adaptation organique existe chez tous les êtres vivants et peut être considéré comme la condition primitive de la forme la plus simple de l'intelligence.

Chez les êtres constitués par des segments distincts (les vers) on constate l'existence d'un appareil nerveux spécialisé ce qui permet à chaque segment une intégration et un comportement individuels. Cette intégration et ce comportement imparfaits selon Mourad, justifient une évolution vers le développement d'un dispositif de liaison et de coordination des différents métamètres ou segments somatiques.

L'évolution de la conduction synaptique est liée à la migration du système nerveux des couches plus profondes et à l'apparition du neurone conducteur. Cette émigration du système nerveux permet l'intégration de diverses activités et la coordination de leur conduite.

Le rôle du ganglion céphalique n'est pas la subordination physiologique des autres centres, mais de transmettre les excitations périphériques.

L'intégration se complète de plus en plus avec le progrès de la télencéphalisation (vertébrés), où l'on voit apparaître au-dessus des neurones médullaires (agents des réflexes élémentaires) de nouveaux groupes de neurones dans les centres encéphaliques.

Alors que la coordination des mouvements de la marche est sous la dépendance des centres médullaires, les conditions de l'activité locomotrice soutenue siègent dans des centres supérieurs, bulbe, mésencéphale, cervelet et cerveau antérieur.

Quand on s'élève dans l'échelle phylogénétique, la centralisation des fonctions motrices se précise et ce perfectionnement de plus en plus prononcé, permet l'indépendance de l'être vivant envers l'ambiance.

Chez les mammifères, les hémisphères cérébrales constituent les centres des fonctions supérieures, comme les centres de coordination des sens à distance (vue, odorat) réflexes conditionnés, acquisition de nouveaux automatismes, de nouvelles habitudes, inhibitions volontaires qui règlent les meilleures conditions du comportement et de l'adaptation.

Chez l'homme, la supériorité mentale s'explique par la coopération adroite qui existe entre les sens et les moyens de réaliser le comportement.

Des corrélations et interactions entre les divers centres du cortex et sous-corticaux, il résulte que l'apprentissage et la conservation des habitudes ne s'expliquent par le changement structural du cortex et que la contribution de l'ensemble du cortex ou d'une aire spécialisée, dans les fonctions non localisées est qualitativement la même et que certains processus de l'intégration seraient plutôt élucidés par les interactions entre les diverses régions du système nerveux.

Les réactions élémentaires se rapprochent par leur caractère, des réactions chimiques constatées chez les plantes. Si on fait appel à la notion de psychisme, il faudrait l'appliquer à la nature

tout entière. Car si on considère les êtres vivants comme des machines chimiques et s'ils présentent des mouvements d'appétition, de poursuite ou de retrait, ces phénomènes ne seraient que la manifestation des réactions chimiques des cellules et des tissus. Dans ce cas, le comportement s'explique sans l'intervention du psychisme qui suppose toujours discrimination, choix et anticipation.

Selon Tolman, ce qui distinguerait le comportement psychique de toute autre activité fonctionnelle seraient le comportement intentionnel et cognitif, la docilité et la réaction du corps entier.

En somme, selon J. Mourad, le critère du psychisme animal demeure pour tous les psychologues la capacité d'acquérir de nouvelles habitudes. Mais alors que pour les uns, cette acquisition se fait par association de réflexes et est conditionnée surtout par l'action des stimuli externes, pour les autres, elle constitue une activité propre et organisée de l'être vivant et un déterminisme biologique qui a son expression dans la loi de l'instinct et qui régit l'être vivant.

Il résulte d'après les expériences de Piéron, Pictet et Manquat, que l'animal n'est pas forcément soumis aux influences du monde extérieur, mais par contre, il s'adapte aux meilleures de ces conditions.

Si l'on veut élucider les caractères du psychisme animal, il faut renoncer à considérer les êtres vivants comme de simples machines chimiques qui sont aveuglément subordonnées à des stimuli absolus et irrésistibles. Ne pas considérer les tropismes et les purs réflexes comme des activités naturelles, mais les éléments d'une activité plus complexe qui en découle. On peut, en analysant le comportement instinctif, élucider certains mécanismes réflexes, mais ce mécanisme ne peut être généralisé à toute l'activité instinctive sans tomber dans l'erreur.

Il est impossible de limiter avec netteté les différences entre l'instinct et l'intelligence. Car on décèle dans toute activité instinctive au moins deux traits de l'activité intelligente, une certaine précision du résultat et l'appréhension des relations en vue de ce résultat.

Dans l'échelle supérieure de la série animale, on réduit toute l'activité à l'instinct, bien que celui-ci n'explique pas tout le comportement animal. Claparède soutient que la notion de but poursuivi est la plus importante. En effet, il s'agirait d'un but non conscient, ignoré de l'animal, bien que celui-ci le poursuive comme s'il le connaissait. L'instinct consiste en un complexe de démarches qui tendent à aboutir à un certain résultat.

Seule l'intelligence cherche et c'est avec l'homme uniquement que la conscience s'affranchit de la matière et se libère, car dit Bergson, « il y a des choses que l'intelligence seule est capable de chercher, mais que, par elle-même, elle ne trouvera jamais. Ces choses, l'instinct seul les trouverait, mais il ne les cherchera jamais ». Ainsi les recherches sur le comportement permettent à établir l'opposition entre l'instinct et l'intelligence que nulle conception ne peut effacer.

Ainsi, l'intelligence, en tant qu'aptitude générale adopte dans ses premières démarches l'allure de l'instinct, mais elle est plus qu'un instinct, étant donné qu'elle porte les conditions de son propre développement et de la diversification à l'infini de ses propres progrès.

Chaque être vivant est doué d'un ensemble d'impulsions et de tendances innées qui forment le ressort de toute son activité interne et dont la satisfaction est fortuite dans les conditions normales de la vie. Cette activité ne se dépense pas au hasard, au contraire, elle est orientée par les indices sensoriels.

L'évolution de l'intelligence comprend trois étapes : 1° corrélation organique entre matière vivante et stimulant ; 2° association entre indices sensoriels et l'attente d'une expérience, phénomène qui implique la différenciation et la focalisation de l'impulsion avant sa décharge et la discrimination des formes perceptives en rapport avec la situation ; 3° activité symbolique plus étendue et utilisation du langage, toutes deux conditionnées par des facteurs sociaux importants. Ainsi, note Mourad, les deux premières étapes peuvent être étudiées dans la série animale et correspondent à ce qu'on pourrait appeler l'adaptation organique et l'intelligence animale.

A mesure que l'on s'élève dans l'échelle des êtres, les structures inférieures ou métamériques sont dominées par des déformations nerveuses de plus en plus antérieures. En sorte que le comportement général de l'individu, au lieu d'être régi par des structures segmentaires, c'est-à-dire médullaires et bulbaires, apparaît réglé par des centres qui ont émigré vers la vésicule antérieure du tube neural primitif dont l'achèvement consiste dans le fait observé dans toute la série cerveau.

En dernière analyse, si du point de vue théorique ou doctrinal, nous devons nous refuser à localiser dans une structure donnée une fonction déterminée, il est légitime de reconnaître que la diversité structurale du cerveau exprime bien la disparité de ses fonctions et que si les champs corticaux ne représentent pas, comme on l'a prétendu autrefois, une mosaïque de fonctions à l'état statique, nous tenons dans quelques-unes de ces structures spécifiques les éléments morphologiques où se développe et se joue le processus fonctionnel (Lhermitte).

Car « nulle part, en aucun endroit de l'encéphale,

une fonction ne peut être localisée et aucune forme d'activité somatique ou psychique n'est plaquée sur une mosaïque d'éléments simples que toute lésion cérébrale fait apparaître », écrit Sir Henry Head.

La plupart des actes des animaux constituent des réflexes simples ou des réflexes associés, qui peuvent être déclenchées par la chaleur, la lumière ou la pensanteur. Ces mêmes facteurs peuvent renforcer les mouvements réflexes, les affaiblir ou même les inhiber.

Loeb a essayé d'appliquer aux animaux supérieurs et même à l'homme les constatations faites dans ses recherches sur les tropismes, en effet, il écrit que « nos désirs, nos espérances, nos échecs et nos souffrances ont leur source dans les instincts comparables à celui qui pousse les animaux héliotropiques vers la lumière... Il serait possible que, sous l'influence de certaines idées, il se produisit dans le corps des modifications chimiques, par exemple de sécrétions internes, capables d'accroître la sensibilité à certaines excitations à un degré tellement inaccoutumé que l'homme en devient l'esclave, exactement comme les Copépodes le deviennent de la lumière sous l'effet de l'acide carbonique ».

On peut admettre que les conditions du milieu ambiant, comme la lumière, la température agissent d'une certaine façon sur l'activité mentale de l'homme, mais très peu sur l'activité des instincts. Car ces tendances instinctives sont héréditaires en étroite relation avec les fonctions organiques nécessaires à la conservation de l'individu. La conception de Loeb est erronée, le comportement des animaux supérieurs ne consiste pas en tropismes mais en mouvements réflexes réglés par des facteurs physico-chimiques. Tandis que les réflexes conditionnés résident dans le cortex où se trouvent les centres analyseurs, les réflexes inconditionnés siègent dans le cerveau moyen. L'importance de ces réflexes se révèle surtout dans la formation morale et intellectuelle de l'individu. Pour les instincts comme pour les autres caractères de l'organisme, on a beaucoup exagéré, souligne Rostand, le côté adaptatif, il y a des instincts inutiles, voire franchement nuisibles.

La notion de « besoin organique » vient de remplacer le caractère cognitif que certains chercheurs voulaient trouver dans toute activité instinctive. Ainsi le comportement est orienté et conditionné par les besoins suscités par le contact de l'organisme avec les stimulis du monde extérieur.

Les Facteurs Héréditaires

Le développement structural et fonctionnel de l'être vivant se trouve en rapport avec les facteurs génétiques et l'exercice, déjà l'hérédité et le milieu ont une action prépondérante sur la formation de l'embryon. La théorie chromosomique de l'hérédité attribue à des parties individualisées des chromosomes (Gênes) le rôle de fixer les caractères héréditaires. Mais la forme que prendra l'organisme est influée de même par la localisation anormale des gênes sur chacun des chromosomes homologues se produisant accidentellement et de la structure polarisée du protoplasma qui constitue le facteur constant. Le problème que les savants discutent, c'est celui du préformisme et de l'épigénèse le premier qui soutient la valeur prédominante de l'hérédité et l'action réduite du milieu à la détermination potentielle des gênes, alors que l'épigénèse affirme que le développement possède toutes ses sources dans l'œuf avant même la différenciation morphologique de l'embryon. Bien qu'on se soit demandé si les caractères héréditaires comme les caractères sexuels ne pouvaient être inversés. Or, les sécrétions thyroïdiens des progéniteurs sont susceptibles d'amener des modifications dans la fixation des caractères des sexes, soit dans leur accentuation, soit dans leur inversion.

L'Enfant

La croissance est une lente progression d'une réorganisation instable et oscillante vers une forme de constitution achevée. Les premières fonctions de la vie organo-végétative sont régies par les structures simples puis par des structures complexes correspondant à l'entretien des fonctions motrices, sensorielles et de la vie psychique.

La formation du fœtus humain exige des conditions plus complexes, mais les mêmes lois que le développement des mammifères inférieurs. Pendant la deuxième semaine se forment les structures nervo-sensorielles ou celles d'origine ectodermique (lame, gouttières, tubes médullaires) ensuite se constituent les structures des organes splanchniques qui favorisent le développement du fœtus (les glandes endocrines, etc.). Vers la sixième semaine on commence à distinguer la différenciation des organes splanchniques et du système sympathique. Mais le développement du processus de la myélinisation décide de la forme des divers mouvements et d'impressions sensorielles. La myélinisation précise en même temps les caractères d'adaptation et d'anticipation depuis la période prénatale jusqu'à l'âge de dix ans.

L'activité réflexe semble apparaître vers le quatrième mois. Minkowski a constaté que la réponse plantaire se produit à partir du troisième mois (réaction idiomusculaire). Les manifestations sensorielles se développent de même au cours de la vie intra-utérine.

Le nouveau-né est complètement soumis aux

nécessités du tube digestif. Les réactions de défense sont d'abord diffuses mais à mesure du progrès de la maturation elles se localisent et s'expriment dans des mouvements réactionnels coordonnés.

Les réflexes cutanés et tendineux sont difficiles à produire. Le sourire apparaît chez les nouveaux-nés de sexe féminin, selon nos constatations à l'âge de cinq ou six semaines, chez l'autre sexe un peu plus tard. Certains considèrent le sourire comme un simple réflexe, d'autres comme une réaction sociale.

Le progrès de la myélinisation du cortex et de la subordination de la moelle aux hémisphères cérébrales par voie d'intégration favorisent le développement sensori-moteur et la régression des activités réflexes des premiers temps. Dès la naissance, on constate le développement du sens thermique, algique, de l'ouïe, de la vue, du goût et de l'odorat.

La réaction des membres inférieurs est bilatérale et plutôt en extension.

La réaction d'aggrippement et de suspension présente une phase réflexe, ensuite la phase volontaire. Les gestes d'évitement précèdent les gestes de défense.

Le nouveau-né est très sensible au froid, senti comme désagréable. Il réagit au cours du sommeil aux excitations sonores, mais semble déjà reconnaître la voix de sa mère. Le nouveau-né réagit aux couleurs. La synergie entre les mouvements des globes oculaires et les paupières et de la tête apparaît dès les premières semaines. Les tests relatifs à la préhension et la manipulation d'objets ont élucidé le degré d'adaptation de l'enfant aux différentes circonstances de même que les coordinations visuelles.

Le nouveau-né, écrit Delacroix, aborde la vie avec un équipement de réponses réflexes. Ses premières réactions spatiales sont essentiellement congénitales : mouvement des yeux, selon les objets, accommodation et convergence variables selon la profondeur, déplacement de la tête et des yeux du côté des bruits entendus, mouvement de la main vers une région excitée de la peau, etc. Toute cette activité réflexe ne réalise pas une véritable unité organisée.

Ainsi l'organisme possède des systèmes innés de réponse à certaines catégories de stimuli, réponses variables dans leur forme et leur complexité selon la nature et l'intensité des stimuli et plus ou diversement adaptables.

On admet que le développement phylogénétique de la sensibilité se manifeste depuis l'état d'irritabilité globale et vague jusqu'à la différenciation des mécanismes sensoriels. Les sensations ne seraient que des éléments qui ne gagneraient une signification quelconque que par le moyen de l'expérience. Mais il est incontestable qu'il existe des modes innés de perception démontrés par les recherches des constances perceptives, constance des couleurs, des formes et des grandeurs ; ces modes de perception ont été analysés chez les abeilles, oiseaux, mammifères et l'homme dont aucune stimulation locale ne pourrait fournir une explication évidente, car ces modes de perception ne sont la conséquence de l'éducation ni du raisonnement. La signification des objets de la perception est acquise au moyen de l'éducation, c'est-à-dire par l'activité du raisonnement et du jugement. Seuls ou presque, les oiseaux, les carnivores et les singes voient de façon précise comparable à la perception visuelle de l'homme, et permettant de se faire une idée parfaite des rapports spatiaux ; bien que seuls les singes par la position antérieure de leurs yeux, possèdent-ils une vision vraiment stéréoscopique, qui rend compte du relief des objets.

C'est avec la conscience qu'apparaît l'unité d'appréhension qui exprime l'expérience élémentaire.

Le comportement est orienté et dirigé par des structures et des tendances. Il est l'expression de l'organisme, le résultat de la rencontre entre le milieu et les forces internes, les énergies constitutives de l'être vivant. Et selon Dougall, l'instinct et l'intelligence ne représentent pas deux étapes de l'évolution, mais deux aspects différents que nous distinguons par un effort d'abstraction.

Le contrôle de la posture, des mouvements de la tête, du cou, s'établit graduellement des premiers mois ; ce contrôle se propage ensuite aux deux épaules et les mouvements du décubitus dorsal mènent à la posture assise. Les mouvements remontent aux premiers mois.

Entre le siixème mois et la deuxième année ce sont les mobiles dynamiques qui occupent la croissance, ensuite entre la deuxième et troisième année, ce sont les intérêts glossiques qui dominent vers trois ans, au moment où le langage se forme (Bouton), l'enfant utilise systématiquement ses expériences pour résoudre les problèmes pratiques. L'enfant questionne sur tous les incidents. Son imagination active s'exprime dans toutes sortes de jeux. La troisième enfance est vouée aux intérêts objectifs, l'attention de l'enfant est portée vers les inventions mécaniques et vers la technique.

Avec l'adolescence, l'enfant s'adonne avec intérêt à la méditation de toutes les valeurs de la vie et de la pensée. En somme, les possibilités mentales de l'enfant se hiérarchisent et se conditionnent selon l'ordre de formation des centres nerveux correspondants dans l'évolution phylogénétique

comme dans l'évolution ontogénétique, ainsi, selon Bourjade, la distinction classique entre le paléencéphale, qui comprend essentiellement le système des récepteurs et des effecteurs, et le néencéphale, qui comprend essentiellement le système des connecteurs prend toute son importance dans cette perspective.

L'intelligence de l'enfant évolue lentement du concret à l'abstrait, de la généralisation inconsciente à la détermination consciente, de la perception implicite des ressemblances à la perception explicite des différences. L'idée d'espace se manifeste sur le domaine sensori-moteur puis dans le domaine des processus psychiques dans ses relations avec le langage. La conception selon laquelle le développement psychique de l'enfant évolue du simple au complexe ne concorde pas avec la réalité et il vaudra mieux dire, note Bourjade, qu'en allant du concret, sous forme de sensible, à l'abstrait, l'enfant va, non pas du simple au complexe, mais bien d'une complexité implicite et confuse à une complexité explicite et distincte. Une conduite intelligente est comparable à un circuit fermé possédant un commencement et une fin et où certains moyens ont été utilisés en prévision d'un but. Le comportement présentera un degré d'intelligence plus ou moins évoluée selon la manière d'exploiter la plasticité du champ.

L'intelligence constitue une aptitude générale d'adaptation, une fonction naturelle dont le progrès coïncide avec celui du développement sensori-moteur et son caractère particulier, c'est sa prodigieuse rapidité dans la diversification et le perfectionnement de ses démarches.

L'intelligence est une fonction d'organisation et cette organisation existe à un grand degré à l'origine de la vie, ainsi selon Rousseau, l'intelligence se construit elle-même en même temps que le système de la connaissance, l'esprit en même temps que la pensée. Car si on considère que la raison est, en un sens, le privilège de l'adulte, en un autre sens, elle est toujours contemporaine de l'intelligence, si bien que la raison abstraite de l'homme n'est que la « raison sensitive » de l'enfant raffermie par un long usage et transposée du plan de l'action et de la perception au plan de la spéculation et de la conception (Bourjade). Le comportement de l'enfant est dominé par l'instinct et l'affectivité et c'est seulement avec l'âge que ses réactions deviennent plus complexes et l'intelligence devient prédominante dans son activité, ainsi les lois du monde social et cosmique enveloppent et s'impriment dans son individualité. La vie ne consistant qu'en une longue expérience formée de réactions de l'homme sur le milieu extérieur et du milieu extérieur sur la personnalité humaine.

La Mémoire

La mémoire est la capacité de rappel d'un objet absent. Elle est d'abord survivance, conservation et persistance (Delacroix) alors que l'habitude c'est la construction et le maintient d'une règle opératoire, d'un procédé d'action (d'où analogie avec l'intelligence).

Dans le souvenir les impressions se conservent exactement, dans l'habitude elles perdent leur véritable forme.

Le nombre de souvenirs augmente avec l'âge et en même temps que la force de leur rappel volontaire. La mémoire ne constitue seulement une faculté de conserver des énergies mais se présente de même comme une force de création.

La mémoire réalise une fonction basée sur trois éléments, dont chacun semble travailler contre la mémoire. 1° L'habitude : la fonction pratique, la persistance de l'acte.

2° L'organisation intellectuelle ; la fonction logique, a comme limite l'intelligence pure.

3° La persistance du Moi ; l'affirmation du soi. La puissance de la personnalité constituante et de la personnalité constituée.

La mémoire et l'intelligence s'adoptent et se complètent étroitement.

Le Langage

Le langage est l'intelligence en action, c'est une création d'obstacles que l'esprit étale pour se résoudre en actes. Le langage porte l'empreinte des tendances et des fonctions de l'esprit. Selon Delacroix, la discordance entre la fonction et la forme, l'écart psychologico-linguistique est le principe même du langage. Ce dernier constituant la première science, il n'y a de choses dans l'esprit que dans la mesure où nous les marquons de choses. Il est un instrument de la pensée et non une enveloppe de la pensée toute faite.

Sensibilité, intelligence, activité, sentiments, émotions et passions, tendances, désirs et volontés, autant de groupes ; pour nous borner aux plus généraux et ne pas nous perdre dans une énumération impossible, entre lesquels le langage invite expressément et contraint même l'enfant à répartir ses états s'il veut comprendre et être compris. Par conséquent, au système de notions que le langage fournit à l'enfant pour embrasser le monde matériel, répond un autre système que lui fournit aussi le langage et dans lequel il a à insérer tout le détail de sa vie intérieure (Blondel).

La logique courante, telle qu'elle s'introduit avec le langage avait déjà révélé à l'enfant l'importance des caractères objectifs, grâce auxquels les notions se définissent, se rapprochent ou s'opposent en droit comme les choses font en fait.

La partie mécanique du langage n'est que phénomène réflexe du type conditionnel indispensable à la parole, elle n'en est pourtant que l'élément accessoire. L'articulation, sur laquelle notre volonté n'a pas action directe, n'est que la servante de cette mémoire des mots. L'intelligence y recourt pour exprimer ses idées, c'est-à-dire, au sens étymologique, ses visions.

L'intelligence n'est donc pas une faculté déterminée, mais une force d'acquisition permanente qui se constitue tout en favorisant le développement des moyens qui lui permettra de déployer son activité et de prendre conscience de ses possibilités.

Bref, si la raison, en tant qu'elle est « faculté d'ordonner toutes les facultés de notre âme convenablement à la nature des choses et à leur rapport avec nous » (Rousseau) ne réalise pleinement son essence qu'au terme de cette croissance, elle n'en exerce pas moins sa fonction propre dès l'origine et à toutes les étapes de son progrès, qu'il s'agisse de l'organisation motrice dans cette première expérience qui nous apprend à « tirer parti de nous-mêmes » ou de l'organisation cognitive concrète dans cette seconde expérience qui nous apprend à « connaître les rapports sensibles que les choses ont avec nous », ou enfin de l'organisation cognitive abstraite, symbolique et logique cette fois, qui nous apprend à reconstruire l'univers à l'intérieur de notre esprit (Bourjade).

Les étapes du développement de l'être humain ont été très logiques parce que l'être humain est beaucoup trop complexe pour se cristalliser d'emblée dans ses formes de parfaite maturation, et se réalise par de lents processus de tâtonnements et démarches.

Car l'unité humaine ne fait que reproduire dans son développement ontogénique toute cette série phylogénique et elle développe à l'état adulte, par delà la conscience psychique qui, chez l'animal est celle de l'espèce, la conscience d'un moi-individuel, qui localisé ou non, doit d'après Marcault et Brosse, être considéré comme un niveau biologique.

Ainsi, il ne faut considérer l'évolution de l'humanité comme une simple succession chronologique d'états s'influençant l'un l'autre, mais comme une évolution vivante de pensées et conflits psychiques de luttes avec les forces physiques, de besoins organiques matériels et d'aspirations utopiques, car sans aucun doute, affirme Parodi, les hommes sont construits d'abord par leurs instincts et leurs besoins organiques avant tout autre ; sans aucun doute, ces besoins doivent recevoir d'abord un minimum de satisfaction que des aspirations plus hautes ou plus complexes pussent se faire entendre et devenir agissantes, cette conception de l'évolution de l'humanité ne pouvant se placer qu'à l'intersection des forces brutales et la conscience ou entre l'impulsion vitale et spirituelle et les forces inertes.

H. HERSCOVICI.

BIBLIOGRAPHIE

H. BERGSON. — L'Evolution créatrice. Ed. Alcan.
J. BOURDEAU. — La Philosophie affective. Ed. Alcan.
J. BOURJADE. — L'intelligence et la pensée de l'enfant. Paris.
Ed. CLAPARÈDE. — De l'Intelligence animale à l'intelligence humaine. Paris.
A. COLLIN. — Les Hormones. Ed. A. Michel.
H. DELACROIX. — Le Langage et la Pensée. Ed. Gallimard, Paris.
H. HERSCOVICI. — La Puberté. *La Médecine*, 1938.
H. HERSCOVICI. — L'instinct sexuel et les troubles du sens génital. *Revue Vivre*, 1938.
LECOMTE DU NOUY. — L'Homme devant la Science. Ed. Flammarion.
J. LHERMITTE. — Les mécanismes du cerveau. Ed. Paris.
J.-E. MARCAULT et Th. BROSSE. — L'Education de Demain. Ed. Alcan.
J. MOURAD. — L'Eveil de l'Intelligence. Ed. Alcan.
J.-P. SARTHE. — L'Imagination. Ed. Alcan.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences Physiques et Chimiques

British Chemicals and their Manufacturers. (Produits chimiques britanniques et leurs fabricants). — 1 *vol. relié de* 466 *pages. Edit. : Association de fabricants britanniques de produits chimiques. Londres,* 1939.

Ce livre est publié par l'Association de Fabricants britanniques de Produits chimiques (Siège Social : 166, Picadilly Londres, W.1.). Il a pour but de fournir aux acheteurs de toutes les parties du monde, des renseignements sur les produits fabriqués par l'Association.

Cette dernière n'est pas une entreprise commerciale et ne tire aucun profit des affaires traitées par ses membres. Elle ne s'immisce en aucune façon dans les combinaisons commerciales de ses membres et ne cherche en aucune manière à les détourner de traiter leurs affaires soit directement, soit en se servant de négociants ou d'autres intermédiaires établis. Tous les membres de l'Association sont réellement des fabricants britanniques

de produits chimiques et tous ont déclaré formellement qu'ils fabriquent vraiment les produits mentionnés sous leurs noms.

Toutes les fois que des personnes se proposant de faire une acquisition éprouveront une difficulté quelconque à se procurer un article particulier, celles-ci sont priées de se mettre immédiatement en rapport avec l'Association qui fera les enquêtes nécessaires pour fournir les renseignements demandés.

L'ouvrage est envoyé gratuitement à tous ceux qui en feront directement la demande au siège de l'Association. E. CATTELAIN.

BRODE (Wallace-R.), Professeur de Chimie à l'Université de l'Etat d'Ohio. — **Chemical spectroscopy.** 1 *vol.* 495 *frs. Chapman et Hall édit., Londres,* 1939.

On sait quelle importance a prise depuis quelques années la spectographie dans les laboratoires chimiques. Cette importance s'est accrue encore depuis que l'analyse spectrographique a dépassé le stade qualitatif et s'est efforcée de suppléer quantitativement à l'analyse chimique dans tous les cas où celle-ci manque de précision, soit par suite de la faiblesse des teneurs mises en jeu, soit par suite de la complexité des substances examinées. En particulier, la spectrographie quantitative s'est imposée en métallurgie, aussi bien pour la discrimination des aciers que pour la spécification des alliages non ferreux.

Le livre de M. Brode sera le bienvenu à la fois pour l'ingénieur désireux de se mettre au courant des techniques spectrographiques et pour le chef d'industrie qui comprendra l'importance de ces techniques pour les réalisations pratiques qu'il poursuit. L'ouvrage est simple, rédigé pour le lecteur non initié, et enrichi de diagrammes et de tableaux qui en rendent l'application aisée. Après quelques chapitres d'introduction où il n'est fait appel qu'aux notions théoriques les plus simples, M. Brode aborde disertement les problèmes d'analyse qualitative et quantitative, tant par émission que par absorption. Les règles qu'il indique témoignent d'une grande compétence et seront d'un grand secours au débutant. Des exemples spéciaux sont traités avec détail et jusqu'au bout. De nombreuses références, des listes de raies, des tableaux comparatifs bien choisis permettront au lecteur de tirer immédiatement profit de cet excellent exposé. Léon BLOCH.

CANDLER (A.-C.). — **Spectrographie Analysis in Great Britain.** — 1 *brochure in-8° de* 80 *p., éditée chez* Adam HILGER, *Londres,* 1939.

Le but de cette brochure est de donner une idée précise du développement actuel en Angleterre de l'analyse spectrochimique. A cet effet, M. Candler a réuni un certain nombre d'exposés sommaires, rédigés par les représentants qualifiés des principaux laboratoires techniques ou industriels, au cours desquels sont détaillées les innombrables applications que chacun de ces laboratoires a été amené à faire des procédés d'analyse chimique spectrographique qualitative ou quantitative. Les exposés ont été groupés en quatre sections : métallurgie, verres, peintures et industries plus ou moins connues, — sols et plantes, — enfin art, archéologie et recherches criminelles. Il s'agit d'exemples et de résultats plutôt que de méthodes expérimentales, mais on sera frappé de leur variété et de leur importance. Les industriels français auraient bien des enseignements utiles à tirer de la lecture de cette brochure.

Eugène BLOCH.

MANN (Frederick-George) et **SAUNDERS** (Bernard-Charles). — **Introduction à la Chimie Organique Pratique.** — 1 *vol. in-8° de* 192 *p. et* 36 *figures. Longmans, Green et C°, à Londres,* 1939.

Ce livre dont les auteurs sont des Maîtres de Conférences des Collèges de Cambridge, est destiné à l'enseignement et aux travaux pratiques de la chimie organique. Il contient : I. Méthodes et Manipulation pour la détermination de point de fusion, de congélation, etc..., conduite de la cristallisation, filtration, sublimation, distillation fractionnée, etc... II. Préparation par synthèse de nombreux composés organiques, par exemple, acétaldéhyde, chloroforme, osazone, etc... III. Réaction et identification des composés tels que hydrocarbures, alcools, aldéhydes, acides, amines, ester, etc... IV. Analyse quantitative de l'azote, de l'urée, de groupes acétyle, etc..., ainsi que la détermination du poids moléculaire par les méthodes principales. Dans un appendice on trouve : préparation des réactifs, quelques dispositifs de laboratoire, etc... Enfin, une table de logarithmes facilite la compréhension des exposés de ces questions. Il me semble que ce livre pourra être très utile aussi bien aux chefs de travaux pratiques, qu'aux étudiants et aux chimistes industriels.

G. M.

SOLOMON (J.). — **Protons, Neutrons, Neutrinos.** (Collection de physique mathématique, dirigée par MM. E. BOREL et M. BRILLOUIN, fasc. VI.) 1 *vol. de* 228 *p. Paris,* 1939. *Gauthier-Villars, édit.*

La physique atomique admet actuellement l'existence de particules élémentaires, électrons

positifs et négatifs, protons, neutrons, électrons lourds, photons que l'expérience met en évidence et d'une particule théoriquement nécessaire d'après les idées actuelles, le neutrino. La façon dont ces particules intéragissent entre elles et sont assemblées dans les noyaux, a donné lieu à la construction d'hypothèses essayant d'expliquer le mécanisme des liaisons corpusculaires intranucléaires.

M. Solomon examine dans ce livre un certain nombre des théories proposées, théories certainement approximatives et cherchant plus à s'adapter aux résultats des expériences qu'à les provoquer. Ces théories portent principalement sur l'existence du neutrino et la représentation des forces nucléaires.

Le neutrino est une particule non chargée de spin $\frac{1}{2}$ et de masse nulle dont l'existence est nécessaire pour assurer la conservation de l'énergie au cours du phénomène de radioactivité β, l'émission d'un neutrino devant accompagner l'émission d'un électron. Des considérations basées sur l'étude des noyaux conduisent d'ailleurs à admettre que les électrons émis ne préexistent pas à l'intérieur du noyau et sont créés dans un processus de réorganisation de la structure du noyau. Ces considérations laissent entrevoir les difficultés qu'a rencontré la création d'une théorie de la radioactivité β. Une théorie donnant une représentation qualitative du phénomène a été proposée par Fermi, modifiée par Konopinski et Uhlenbeck et confrontée avec l'expérience par de nombreux auteurs.

La théorie du noyau doit expliquer la composition des noyaux au moyen des particules élémentaires en justifiant leur stabilité, ce qui nécessite l'introduction d'un mécanisme d'interaction élémentaire liant les protons et les neutrons par l'intermédiaire des électrons et des neutrinos. Deux types d'interaction sont envisagés suivant le cas : l'interaction du type Majorana qui échange simultanément les spins et les charges du neutron, et du proton, l'interaction du type Heisenberg, dans laquelle seules les charges sont échangées.

Ces considérations conduisent à l'exposé d'une théorie plus générale, proposée pour représenter l'interaction entre particules lourdes et légères et à la théorie de Yukawa, proposant l'existence d'un électron lourd que l'expérience a depuis mis en évidence dans le rayonnement cosmique.

G. P.

2° Sciences Naturelles

BEIRNAERT (A.). — **La technique culturale sous l'équateur. Influence de la culture sur les réserves en humus et en azote des terres équatoriales.** — *Publication de l'I.N. pour l'étude agronomique du Congo Belge, n° 26, 1941, 90 pages.*

Beirnaert n'est plus, mais sa trop courte existence aura été marquée par des travaux qui datent dans la vie d'un chercheur ; il n'aura hélas pas vu paraître ce mémoire, où il aborde une des questions les plus importantes de l'agronomie coloniale : l'humus et l'azote des terres tropicales. Il faut avoir vu sur place la dégradation que peut subir la terre la plus riche, sous les climats chauds et humides du globe, lorsqu'elle est saccagée par des exploitants — qui font, généralement sans le savoir, figure d'exploiteurs — pour apprécier l'importance de la question abordée par l'auteur. Comment réduire les pertes d'azote après un défrichement, quel est le rôle des légumineuses de couverture, et tant d'autres questions encore, étudiées, sur le terrain et au laboratoire par un agronome averti, sachant dominer l'étude qu'il a entreprise, tel est le sujet de ce travail fait de main d'ouvrier, de maître-ouvrier, qu'il faut examiner avec soin et sur lequel on méditera après avoir pris le recul nécessaire pour l'embrasser dans son ensemble. On comprendra mieux, alors, cette réflexion de l'auteur : « Si la plante a ses besoins, le sol, de même, a ses exigences. La terre doit être entretenue au même titre que la plante cultivée. »

M. Rigotard.

BLANCHARD (Jacques). — **L'hypothèse du déplacement des pôles et la chronologie du Quaternaire.** — 1 *vol. in-8°, 168 pages, 26 figures. Paris,* 1942.

On sait que la période Quaternaire, celle de la Préhistoire, a été dominée par des variations de climat, ayant atteint leur paroxysme avec des glaciations importantes.

La cause de ces variations ne peut être cherchée que parmi des phénomènes cosmiques, périodiques eux-mêmes. Après Adhémar, Croll et d'autres, J. Blanchard a mis sur pied une hypothèse du déplacement des pôles qui mérite de retenir l'attention.

On sait que sous des influences variées, surtout celles du Soleil et de la Lune, l'axe des pôles n'est pas fixe, mais se déplace en décrivant une circonférence. J. Blanchard estime que le pôle décrit une courbe de forme ovoïde, irrégulière, variant avec l'importance de l'excentricité de l'orbite. On obtient une courbe à boucles externes, formée pendant un temps connu, analogue à celle qui peut se déduire des variations de climat pendant le Quaternaire. Située sur un globe terrestre, la courbe se place exactement au centre de la calotte tracée par les limites méridionales des grandes glaciations connues. Ceci indiquerait un déplacement de l'ordre de 10° au très grand maximum.

Utilisant les résultats obtenus et les etendant loin dans le Passé, l'auteur fait remonter les glaciations de Günz à 1.300.000 ans. Inversement, prévoyant l'avenir, J. Blanchard annonce que le Pôle se rapprochera de l'Europe occidentale vers l'an 3925 et que la prochaine période glaciaire commencera l'an 64250.

En attendant de nouveaux développements de cette méthode, on peut tout de même noter que c'est une méthode de chronologie à discuter, mais non pas à négliger. R. FURON.

OBRÉ (A.). **Les hypnotiques barbituriques et l'excitabilité.** — 1 *vol.* 175 *p.*, 15×24. *Hachette, édit., Paris,* 1941.

Cet ouvrage est la thèse de Doctorat ès-sciences naturelles soutenue en juillet 1941, par M. Obré, professeur agrégé au Lycée Saint-Louis, auteur bien connu d'excellents ouvrages d'enseignement, devant la Faculté des Sciences de Paris.

Ce travail porte en sous-titre : *Variation de l'excitabilité chez quelques Vertébrés et Invertébrés sous l'influence d'hypnotiques de la série barbiturique.* Les composés hypnotiques étudiés sont les suivants : véronal-(diéthylmalonylurée), homosonéryl (éthylpropylmalonylurée), sonéryl (éthylbutylmalonylurée) et isosonéryl (éthylisobutylmalonylurée). Les expériences ont surtout porté sur la Grenouille, mais, au point de vue de la physiologie composée, l'auteur a également expérimenté sur les Mammifères (Chien, Rat), les Sébaciens (Roussette, Raie), les Céphalopodes (Seiche) et les Crustacés (Crabe). Les résultats obtenus sont les suivants :

I. *Action narcotique.* — Le mode d'action de tous les barbituriques est identique :

1° Baisse périphérique et centrale des chronaxies nerveuses, comprise entre 30 et 50 %. Dans l'action centrale, cette baisse est en rapport avec une période d'agitation de l'animal en *période d'excitation prénarcotique.* Cette période présente elle-même deux phases : *a*) une narcose légère avec tendance au réveil spontané ; *b*) une nacrose profonde avec ralentissement ou disparition des réflexes.

2° Hausse des chronaxies pouvant atteindre plus de deux fois leur valeur initiale, d'où résulte l'inexcitabilité des nerfs et des centres ainsi que le narcose ; c'est la *période narcotique.*

II. *Subordination nerveuse.* — Après application sur les centres nerveux, ou injection du barbiturique, on observe une diminution de la subordination nerveuse qui se manifeste par une augmentation de la chronaxie des nerfs périphériques ; la chronaxie de subordination fait place à la chronaxie de substitution.

III. *Pouvoir narcotique et coefficient de partage.* — Le pouvoir narcotique des barbituriques varie dans le même sens que leur coefficient de partage K entre les lipoïdes et l'eau, c'est-à-dire que leur affinité pour les lipoïdes des tissus nerveux.

IV. *Pouvoir narcotique et tensioactivité.* — Les propriétés narcotiques croissent dans le même sens que la tensioactivité ; celle-ci étant mesurée par l'abaissement de la tension superficielle du liquide de Ringer employé comme solvant.

V. *Pouvoir narcotique et constitution chimique.* — L'introduction des radicaux propyle et butyle, renforce les propriétés narcotiques, l'activité narcotique étant évaluée d'après la durée de la narcose, produite chez la Grenouille.

En résumé, il y a une relation intéressante entre la constitution des dérivés barbituriques étudiés, leur tensioactivité, leurs coefficients de partage et leurs propriétés narcotiques. Il est vraisemblable que la constitution chimique de ces hypnotiques intervient en agissant sur leurs propriétés physiques (tensioactivité, solubilité, etc.), de manière à faciliter leur pénétration et leur fixation sur le tissu nerveux dans lequel ils produisent des modifications protoplasmiques, entraînant la suspension temporaire de son fonctionnement.

De nombreuses références bibliographiques sont groupées à la fin de ce travail, classées dans l'ordre alphabétique, guidant utilement le lecteur dans le choix de l'article de revue ou du numéro qu'il convient de consulter.

Cet excellent mémoire, tant au point de vue de la précision des méthodes employées, que de l'importance des résultats obtenus et de sa solide documentation, sera lu et consulté avec grand profit par les physiologistes et les phamacodynamistes.

E. CATTELAIN.

3° Art de l'Ingénieur

LAURENT (Jean). — **Contribution à l'application des lois de similitude aux essais sur modèles réduits d'hydraulique fluviale. Etude d'un fleuve à marées.** — 1 *vol. de* 75 *p. Revue générale de l'hydraulique,* 115, *avenue d'Orléans, Paris* (14e).

Un fleuve à marée colonial avait, comme le dit M. Villat dans la préface, « une malencontreuse tendance à cesser d'être praticable ».

Tous les travaux effectués s'étaient montrés inefficaces.

L'étude en fut alors soumise à M. Jean Laurent, Ingénieur en Chef de la Société Hydrotechnique de France.

Le présent ouvrage est le compte rendu fidèle et détaillé des essais sur modèles réduits effectués

aux fins de déterminer les mesures utiles à prendre.

Le grand mérite de ces essais est d'avoir été effectués avec ce que l'on pourrait appeler « les moyens du bord » car, comme le dit M. Jean Laurent lui-même : « Je tenais à ne faire usage que d'instruments de fabrication exclusivement française et je me suis efforcé d'employer autant que possible des appareils industriels, en les adaptant à leur destination particulière. »

Signalons tout particulièrement deux points intéressants :

1° L'introduction de la notion de coefficient de stabilité d'un lit fluvial, due à M. Barillon, Ingénieur général du Génie maritime.

2° La réalisation automatique des marées au moyen du « Régulateur à suiveur de Programme ».

Tous les lecteurs qui s'intéressent aux questions de l'hydraulique appliquée, tireront sans doute profit de la lecture de cet ouvrage, d'un exposé très clair et comportant de nombreuses reproductions de clichés photographiques qui en facilitent encore la lecture.

Il montrera à tous ceux qui s'occupent d'études sur modèles réduits combien, un peu de ces qualités si françaises que sont l'ingéniosité et la persévérance, permet de résoudre, par des essais effectués avec soin, des problèmes inaccessibles ou incomplètement accessibles aux simples calculs d'hydraulique.

A. Busson.

PELSENEER (J.). — **Zénobe Gramme.** — 1 *vol.* 13×20 *de* 81 *p. avec un portrait hors texte ; édit. Office de Publicité, Bruxelles,* 1941.

Zénobe Gramme naquit le 4 avril 1826 à Jehay-Bodegnée (Province de Liège). Enfant, il faisait déjà preuve d'une exceptionnelle puissance d'observation. Son ingéniosité manuelle était considérable : à neuf ans, il avait construit un refuge à lapins fermé à l'aide d'un loquet dont le remarquable mécanisme était connu de lui seul. Toute sa vie il ignora les règles de la syntaxe et de l'orthographe et ses connaissances en mathématique ne s'élevèrent jamais au delà des quatre règles des opérations arithmétiques. Il proclamait même, dans sa jeunesse, que l'instruction abimait les cerveaux. Un mot de Gramme, rapporté par d'Arsonval, nous éclaire à ce sujet. En 1881, alors qu'on faisait devant lui la théorie, abondante en intégrales, de sa machine, le père de la première dynamo industrielle de s'écrier : « S'il m'avait fallu savoir tout cela, je ne l'aurais jamais inventée ! ».

A Liège en 1849, Gramme fréquenta assidument et avec succès l'Ecole industrielle communale, acquerrant ainsi une grande habileté dans les travaux de dessin.

En 1856, à l'âge de trente ans, après avoir connu pendant quelque temps une détresse voisine de la misère, Gramme se fixait à Paris et entrait comme ouvrier rampiste dans un important atelier de menuiserie. L'année suivante, il épousait une couturière, originaire de Liège, Hortense Nysten, restée veuve avec une fille, Héloïse Colette.

En 1860, il entrait en qualité d'ouvrier modeleur dans les ateliers de la société parisienne « l'Alliance » spécialisée dans la construction d'appareils électriques. C'est là qu'il fit son véritable apprentissage technique, cherchant à comprendre les phénomènes d'induction, n'ayant pour tout guide que le classique manuel de physique de Ganot qu'il ne pouvait comprendre qu'en s'aidant d'un dictionnaire.

En 1864, après un séjour de deux ans à Angers, puis à Lorient, où il avait suivi l'ingénieur français Bazin, chargé d'installer l'éclairage électrique des ardoisières de Trélazé, Gramme revenait à Paris où il reprenait son métier de rampiste tandis que sa femme et sa belle-fille continuaient à exercer leur profession de modiste et de fleuriste.

Après un bref séjour à Londres en 1868, Gramme, de retour à Paris, construisait sa première dynamo à courant continu. Certain de réussir, il abandonnait définitivement sa profession de menuisier et, après des moments particulièrement sombres, vivant la vie douloureuse de l'inventeur pauvre, il inventa cette merveilleuse machine à induction qui, détronant la pile, l'accumulateur et l'alternateur, permettait désormais de produire industriellement, c'est-à-dire régulièrement et économiquement, du courant continu de grande intenité. C'est à la séance de l'Académie des Sciences du 17 juillet 1871 que fut présentée par Jamin la machine à quatre pôles ; la note était intitulée : « *Sur une machine magnéto-électrique produisant des courants continus* ».

Dès lors les modèles nouveaux de « machines Gramme » se succédèrent sans arrêt, le génial inventeur belge ne cessant de les perfectionner. En 1880, l'Académie des Sciences lui décernait un prix de 20.000 francs pour sa machine magnéto-électrique, puis, en 1888, à la suite d'un rapport de Mascart, le prix Volta de 50.000 francs, récompense qui n'avait été attribué que deux fois, à Rhumkorff, en 1863, pour sa bobine d'induction, à Graham Bell, en 1880, pour son téléphone magnéto-électrique articulant. Chevalier de la Légion d'Honneur en 1877, Gramme était officier à l'époque du prix Volta.

Gramme demeura modeste dans la prospérité. Il continua à vivre dans un isolement volontaire, travaillant seul, conservant, jusqu'à la fin, écrit son biographe, « une méfiance et un secret qu'expliquent à la fois ses origines et le souvenir de ses déboires ».

Gramme passa les vingt dernières années de sa vie à Bois-Colombes, où il s'était installé en 1877, et où il mourut en janvier 1901, à l'âge de 75 ans, comblé d'honneurs, admiré des savants et des industriels de tous pays, mais resté, jusqu'à son dernier jour, bon, simple, modeste et travailleur.

E. CATTELAIN.

VÉRON (M.), *Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers et à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.* — **Traité de chauffage, T. I. Chaleur et température, chimie de la combustion.** — 1 *vol. in*-8° *de* XVI-513 *pages avec* 137 *figures et* 3 *planches. Dunod, édit., Paris,* 1941. *Relié* : 276 *fr., broché* : 250 *fr.*

La technique générale du chauffage et de la ventilation s'enrichit fréquemment, malgré les difficultés actuelles, d'ouvrages didactiques du plus haut intérêt.

M. le Professeur Véron, président habituel des Congrès corporatifs de cette spécialité, et particulièrement qualifié pour en connaître, en raison de la dualité de ses activité, les unes pédagogiques, les autres industrielles, vient de publier le Tome I d'un ouvrage qui en comprendra 17, et qui étudiera successivement tous les principes et toutes les techniques du chauffage et de la ventilation et de leurs applications.

Le Tome I analyse la nature et la production de la chaleur et le repérage de la température. Il traite avec ampleur le problème de la chimie de la combustion, qui est à la base du phénomène calorifique élémentaire, et détaille les nombreux procédés opératoires utilisables pour en ausculter toutes les modalités.

4° Divers

AUTRAN (Charles). — **La préhistoire du Christianisme.** — Tome I. 1 *vol. in*-8° (Bibliothèque historique), 323 *pages,* 4 *figures et* 10 *gravures hors texte, Paris,* 1941, *Tome* 2, 243 *pages,* 2 *figures,* 1944, *Payot, éditeur. Prix* : 110 *fr. chaque volume.*

Ce que l'on nous a donné jusqu'ici comme « Histoire des origines du Christianisme » se borne à remonter aux environs de la date de naissance de Jésus-Christ, ou au mieux, à partir de l'enquête historique de l'apocalypse dite de Daniel, autrement de 166 avant J.-C. Cette conception restreinte ne présente aucun intérêt. Elle fait même sourire, lorsqu'on voit M. Charles Autran démonter, arguments à la plume, que si les origines du Christianisme se perdent dans la nuit des temps, on peut au moins étudier sa Préhistoire qui est assez bien connue des spécialistes jusque vers 3.500 ans avant notre ère.

De leur propre aveu, les Israélites ont reconnu que leur dieu national, Iaweh, ne s'était point toujours appelé ainsi et la Bible ne nous apparaît plus guère que comme le chapitre hébraïque d'une vaste littérature religieuse à laquelle Sumériens, Assyro-Babyloniens et tous les autres peuples de l'Asie antérieure ont plus ou moins collaboré.

Ce nouvel ouvrage est un recueil de documents qui sera présenté en 3 volumes : Autour de l'Asie occidentale, Autour des Aryas, Autour du Monde hellénistique.

Dans ce premier volume, l'auteur étudie le mot « Dieu « en Asie occidentale, le culte du Taureau fécondateur, de la Terre-Mère ou grande Déesse-Mère, la disparition et la résurrection du Fils, le rôle des épouses ou servantes du dieu.

Le second volume s'ordonne autour des Aryas qui occupent le premier plan de la scène à partir du second millénaire avant notre ère.

On y découvre l'arrière-fond commun d'un vaste substrat religieux, plongeant en pleine préhistoire, s'étalant largement de la Méditerranée à l'Indus, et dont on est sûr de retrouver des survivances dans la piété populaire de tous les peuples et à quelque religion qu'ils appartiennent : juifs, chrétiens ou musulmans, et d'autres encore.

R. FURON.

BOUQUET (Dr Henri). — **Les Influences méconnues.** — 1 *vol. in*-16, 150 *p. Paris-Larousse éditeur,* 1942.

Dans ce petit livre, très riche en documentation scientifique, le Docteur H. Bouquet passe en revue les influences du monde extérieur sur notre individu. Influences méconnnes, dit-il ; il aurait pu ajouter « et néfastes », car, à part quelques rares exceptions, ces influences nous sont presque toujours nuisibles et le lecteur aurait en fin de compte bien du mal à découvrir, sur notre planète, le pays idéal où il serait à l'abri de tous ces ennemis de sa santé.

« Nous continuons à découvrir, écrit l'auteur que chaque fois que nous dissipons un des nuages où s'enveloppe la vérité, nous ne faisons que rencontrer d'autres nuages, plus épais peut-être et que la lumière ne se fait guère plus éclatante. » Cette conclusion nous laisse en vérité, bien rêveur sur les résultats assez souvent contradictoires des recherches scientifiques qui ont occupé depuis des siècles tant de physiologistes, biologistes et entomologistes. Pour quelques vérités définitivement acquises, que de problèmes il reste à résoudre !

On lira avec un vif intérêt cet ouvrage original écrit par un maître de la littérature médicale, et

il faut féliciter le Docteur Bouquet, d'avoir su l'écrire pour le grand public, tout en lui conservant son orthodoxie scientifique.

G. Doin.

COCHE (A.). — **Manuel de Pédagogie appliquée à l'Education physique.** — 1 *vol. in-8° de 398 p. Doin et Cie, Paris*, 1940 (*Prix : 100 fr.*)

Depuis une cinquantaine d'années, l'Education Physique française connaît un développement singulier. Fille de Démeny, enrichie par Hébert, elle a bénéficié, à partir de 1920, de l'intérêt que les biologistes lui ont porté. Notre pays, saigné par la guerre, taré par l'alcoolisme et handicapé par un mépris congénital pour les exercices du corps, s'engageait dans le siècle de la machine. Certains savants comprirent qu'il appartenait à la collaboration de l'école, du terrain de sport et du laboratoire, de préciser les correspondances si nombreuses qui relient l'équilibre physique de l'individu à son comportement général. Des médecins éminents, physiologistes, biotypologistes, psychologues, se penchèrent sur ce problème et lui donnèrent les bases d'une science véritable. Telle apparaît aujourd'hui l'Education Physique. Elle exige de son corps enseignant des connaissances diverses et approfondies. Le professeur issu d'un Institut régional et de l'Ecole Normale est un autre personnage que le « prof. de gym. » de nos pères.

Mais ici, plus encore que dans les autres disciplines, la seule connaissance ne suffit pas. Il lui faut adjoindre un art d'enseigner particulièrement délicat puisque, en principe, le dosage et la progression des exercices doivent être adpatés à chaque enfant. L'ouvrage de M. Coche est consacré à cette pédagogie, si importante dans la formation du professeur d'Education Physique.

La première partie est réservée aux principes de l'Education Physique dans l'Histoire des Institutions et des Idées. L'auteur y montre l'évolution de la culture physique, de l'Antiquité jusqu'à l'époque moderne ; il y expose les principes pédagogiques qui ont régné jusqu'à ce jour.

La deuxième partie est consacrée aux notions de psychologie appliquée à l'Education Physique. La place des mouvements dans la conscience, dans les états affectifs, dans ses relations avec les notions esthétiques, l'exposé des conditions générales de la vie morale, l'éducation de la volonté, enfin le tableau de l'âge scolaire et l'exposé des principes d'enseignement avec le contrôle de leurs résultats, sont décrits magistralement et clairement, préparant ainsi à la troisième partie de l'ouvrage, la plus importante peut-être. Celle-ci a pour objet l'étude des différentes méthodes d'Education Physique, des conditions générales et de la place que doit tenir celle-ci à l'école et hors de l'école. Enfin, la mission de l'éducateur et ses devoirs professionnels terminent ce traité.

Outre les candidats du professorat d'Education Physique, auxquels il est destiné, ce livre s'adresse aux éducateurs, aux dirigeants de la gymnastique et du sport, aux médecins des écoles et aux hygiénistes.

Ceux qui s'intéressent à la santé publique comprendront à sa lecture que, sur le plan théorique, notre pays est prêt ; et qu'il n'attend plus que les réformes à accomplir dans les programmes scolaires, dans nos conceptions éducatives et dans l'hygiène sociale, pour régénérer — comme firent d'autres pays — sa race en quinze années.

R. Latarjet.

CHASSELOUP-LAUBAT (F. de). — **François Fresneau, seigneur de la Gataudière, Père du Caoutchouc.** — 1 *vol.*, 259 *pages*, 12 *planches et* 1 *carte. Paris*, 1942, *Plon, éditeur.*

Dans la première moitié du XVIII^e^ siècle, deux Français vont découvrir le caoutchouc. L'un d'eux, La Condamine, mathématicien et botaniste, séjourne en Amérique du Sud de 1735 à 1745 ; l'autre, François Fresneau, ingénieur à Cayenne, séjourne à la Guyane de 1732 à 1748.

Les deux hommes n'opéraient pas dans les mêmes régions. S'il est certain que La Condamine fut le premier à découvrir, en 1736 peut-être, en 1743 certainement, une résine élastique, c'est à Fresneau que revient l'honneur d'avoir découvert en 1747, l'arbre qui produisait cette résine, l'*Hevea brasiliensis*, l'ancêtre de ces hévéas qui fournissent actuellement au monde 1 million et demi de tonnes de caoutchouc.

Fresneau ne se contente pas de découvrir le caoutchouc. Pendant la fin de son séjour en Guyane et la majeure partie du temps de sa retraite à Marennes, il recherche le produit qui permettrait de dissoudre le caoutchouc tout en lui conservant son élasticité. Il n'y parvient que de façon imparfaite, mais il indique que l' « esprit de térébenthine, si l'on peut venir à bout d'en avoir de véritable », doit constituer le dissolvant idéal. Le premier, il réussit à confectionner des objets utiles : des bottes, des tuyaux, des étoffes imperméables.

C'est cette figure attachante d'un grand Français, voyageur et savant, que nous fait revivre aujourd'hui un de ses descendants, François de Chasseloup-Laubat. Dans ce beau livre, nous prenons contact avec Fresneau dès son enfance, nous l'accompagnons en Guyane où il a les pires démêlés avec l'Administration (déjà !), nous suivons ses travaux, ses relations avec le monde savant de son époque, sa retraite à la Gataudière qui lui

permet d'être encore plus actif et de « servir » jusqu'au jour de sa mort, le 25 juin 1770.

R. FURON.

JEANNEL (Dr René). — **Les fossiles vivants des cavernes.** 1 *vol.* in-8°, 321 *pages*, 120 *figures et cartes. Paris*, 1944. *Gallimard éditeur. Prix* : 160 *fr.*

On sait combien les fouilles paléontologiques dans les cavernes, ont enrichi nos connaissances sur les grands vertébrés quaternaires. A côté de ces « fossiles morts », on trouve aussi dans les grottes des « fossiles vivants », c'est-à-dire des animaux vivants, très anciens dont les lignées se perpétuent dans l'obscurité des cavernes depuis des millions d'années. Leurs innombrables générations se sont succédées au cœur des massifs calcaires, passant des vieilles cavités à de plus récentes. Des animaux cavernicales, aux formes toujours étranges, ont été découverts un peu partout et l'on sait maintenant que l'évolution biologique souterraine est un phénomène très général. Les grottes des vieux massifs calcaires émergés depuis longtemps, ont été de véritables asiles pour les animaux cavernicales qui ont survécu depuis des époques très reculées, alors que leurs proches parents lucicoles se sont éteints.

L'ouvrage du Dr René Jeannel, richement illustré, nous montre les caractères morphologiques des cavernicoles, le milieu biologique des cavernes et l'évolution souterraine. Le savant professeur au Muséum passe en revue tous les Invertébrés et Vertébrés terrestres et aquatiques qui vivent dans les grottes, leur aire de répartition géographique et leur origine.

Le dernier chapitre est surtout consacré à la Paléogéographie des régions méditerranéennes au cours des temps tertiaires, telle qu'on peut la comprendre d'après la dispersion des Insectes cavernicales.

R. FURON.

LINDNER (Kurts). — **La Chasse préhistorique.** (Traduit de l'allemand par le Dr G. Montandon). 1 *vol. in-8°*, 480 *pages*, 143 *fig.*, 24 *pl. Payot, édit., Paris*, 1941. *Prix* : 125 *fr.*

Dans ses *Origines de la chasse, de la pêche et de l'agriculture*, Gabriel de Mortillet fut le premier, dès 1890, à donner un tableau de la chasse préhistorique. Il décrivait le développement de la technique des armes et les modifications de la faune sauvage ; il comparaît les méthodes préhistoriques à celles des sauvages actuels.

Un demi-siècle d'enquêtes scientifiques, les apports de Soergel, de Sollas, de Menghin, de Montandon, nécessitaient une nouvelle mise au point. Nous la devons à Kurt Lindner, dont le livre est excellemment traduit par le Dr G. Montandon.

Après avoir montré la série des grandes époques culturelles de l'âge de la pierre, l'auteur y situe l'Homme, ses représentations cultuelles et religieuses en contact avec la pratique de la chasse. Après une vue d'ensemble sur le monde animal préhistorique, la technique des armes et de la chasse est étudiée dans ses rapports avec chaque gibier. Les questions relatives à l'art, à la magie et au droit sont traitées dans un dernier chapitre particulièrement intéressant pour les études cyclo-culturelles.

L'exposé, fortement documenté et richement illustré, montre les liens qui unissent la préhistoire, l'ethnologie et l'histoire culturelle. Fondamental en ce qui concerne l'histoire de la chasse en Europe, l'ouvrage de Kurt Lindner montre que la vènerie actuelle, aussi bien que certains problèmes sociaux, des manifestations artistiques, magiques ou culturelles, ne peuvent s'expliquer que si l'on tient compte des données de la Préhistoire.

R. FURON.

MASANI (R.-P.). — **Le Zoroastrisme, religion de la vie bonne.** — 1 *vol. in-8°*, 191 *p., Paris*, 1939, *Payot, éditeur.*

C'est la traduction française de J. Marty, docteur en théologie et diplômé des Hautes études, qui fait entrer cet ouvrage dans la Bibliothèque Historique.

On sait que Zoroastre ou Zarathoustra a été le réformateur de la religion iranienne et que la doctrine continue à être professée aujourd'hui par les Paris, petit groupement ethnique d'environ 100.000 individus, exilés depuis des siècles de leur patrie mais demeurés fidèles à leurs traditions nationales et religieuses.

R. P. Masani, sur la sollicitation de John McKenzie, vice-recteur de l'université de Bombay, a composé à l'usage de « l'étudiant moyen ou du grand public cultivé mais non spécialisé » cet exposé de la vieille croyance — que des livres de la même collection ont déjà étudié au moins partiellement.

L'ouvrage comprend deux parties : la première retrace en 14 chapitres les points essentiels de la religion de Zoroastre qu'ils se réfèrent aux croyances théoriques ou à la morale pratique : l'unité essentielle de l'univers ; la perfection, but des efforts humains ; Ahura Madza, source du bon esprit ; le problème du bien et du mal..., etc. La deuxième expose en 5 chapitres le rituel et les cérémonies.

L'auteur ne prétend pas faire œuvre originale mais vulgariser les travaux et recherches de sir Jivanji Modi, spécialiste des études iraniennes.

J. D.